



**KAJIAN TINGKAT PELAYANAN JARINGAN
AIR BERSIH PDAM DI PERKOTAAN**

TESIS

Disusun Dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Program Magister Teknik Sipil

Disusun Oleh :
YOSEPH RUSLI SOEWARNO
NIM : L 4A – 099-058

UNIVERSITAS DIPONEGORO
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
KOSENTRASI SUMBER DAYA AIR
SEMARANG
2005

KAJIAN TINGKAT PELAYANAN AIR BERSIH PDAM DI PERKOTAAN

**STUDI KASUS DI KOMPLEKS PERUMAHAN PJKA JL.VETERAN,
JL. Dr. KARIADI, JL. YOGYA, JL. KEDUNGJATI DAN JL. SOLO**

**Disusun Oleh
Y.Rusli Soewarno
NIM : L4A-099-058**

**Dipertahankan didepan Tim Penguji pada tanggal :
13 April 2005**

**Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh gelar Magister Teknik Sipil**

Tim Penguji :

- | | | |
|-------------------------------------|--------------|-------|
| 1. Dr. Ir. Robert J.Kodoatie.M.Eng. | (Ketua) | |
| 2. Ir. Salamun ,MT | (Sekertaris) | |
| 3. Dr. Ir. Suripin, M.Eng. | (Anggota 1) | |
| 4. Dr. Suharyanto., M.Sc. | (Anggota 2) | |
| 5. Ir. Hari Nugroho,MT | (Anggota 3) | |

Semarang , 13 April 2005

Universitas Diponegoro

Program Pasca Sarjana

Magister Teknik Sipil



TESIS

KAJIAN TINGKAT PELAYANAN AIR BERSIH-PDAM DI PERKOTAAN

Diajukan Oleh :

Nama : YOSEPH RUSLI SOEWARNO

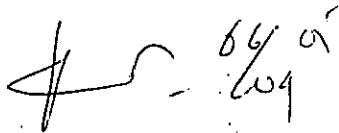
N I M : L 4 A 099 058

Tesis ini telah disetujui untuk di Seminarkan

Semarang, April 2005

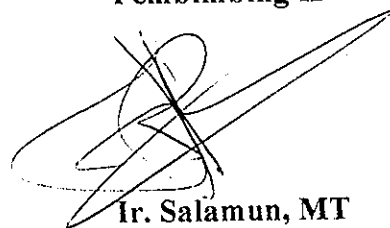
Disetujui

Pembimbing I



Dr. Ir. Robert J. Kodoatie, M.Eng

Pembimbing II



Ir. Salamun, MT

ABSTRACT

Water distribution sistem is made to meet the water requirment ini a city or community. In Semarang municipality, the management of water service is caried out by "Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kota Semarang". This condition result from inadequate flow, less pressure, discontinous flow, and poor quality of water Perumahan Dinas PJKa at Randusari - Middle of Semarang, one of villages served by PDAM Kota Semarang is also experiencing the same problem.

The aim of this study is to evaluate the performance of water distribution service carried out by PDAM Kota Semarang ini location of the study by analyzing the water distribution ability in providing the minimum customers services covering water flow, water pressure and flow continuity.

The Analysis method used is by analyzing flow based on minimum standart on reliability, reciliency, and vulnerability. Where as from water pressure analysis, flow continuity and discharge analysis in the checking of survey result to determined minimum standart. Flow gained from water meter record and water pressure measurement was compared to the result of theoretical with "Waterworks"/ Epanet program as the control.

Based on the result of water meter record flow analysis, it wa found that the reability level was about = 47 %, where the system was ini failed condition for four months, the failure level varies ranging from = 5,50 % to 47 % deficit, and frfrom field survey the lowest pressure was = 0,10m and highest was = 4,10m, and the flow continuity was ot woking 24 hours a day.

The ration of the volume of flow result from water meter record and theoretical analysis was about = 52 % exceeding the theoretical analysis where it was about 43 % less from the result of theoretical analysis with the difference was not very significant. The correrlation coeficient was = 0,43. With a bit low interpretation. The ratio of water pressure resulting from measurement with theoretical analysis was high enough. All of the were result still less than the result of theoretical, where the minimum deficit was = 42 meters and maximum deficit was = 47 meters.

From the study, it can be concluded that thye service of water distribution of PDAM I in Housing of PJKa complex Semarang within the periode of the study was still satisfactory.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa dan Maha Kasih karena oleh rahmat dan karunia-Nya maka Tesis dengan judul **"Kajian Pelayanan Air Bersih PDAM di Perkotaan (Studi Kasus di kompleks Perumahan Dinas PJKA/PT.KAI) Kel. Randusai Kec. Gajahmungkur Semarang"** telah dapat Penulis selesaikan dengan baik.

Dari hasil Tesis ini Penulis berharap dapat memberikan sumbang-saran kepada pihak PDAM Semarang dan Pemerintah kota Semarang untuk lebih meningkatkan Pelayanan Jaringan Air Bersih di Kota Semarang khususnya.

Atas segala bantuan yang diberikan selama penyusunan Tesis ini, Penulis menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Yth :

1. DR. Ir. Suripin, M.Eng, selaku Ketua Program Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang sekaligus selaku anggota Tim Penguji.
2. DR. Ir. Robert J. Kodoatie MSc, selaku Pembimbing Utama sekaligus Ketua Tim Penguji.
3. Dr. Ir. Suharyanto, MSc, selaku Anggota Sekretaris Tim Penguji.
4. Ir. Salamun, MT, selaku Pembimbing II, sekaligus Tim Penguji.
5. Ir. Agus Sutiyoso, Msi, selaku Direktur Utama PDAM kota Semarang.
6. Ir. Syamsul Qomar, SE, selaku Direktur Teknik PDAM kota Semarang
7. Bapak H. Said Mahmud selaku KaCab Pelayanan PDAM Semarang
8. Bapak Imam Soetomo selaku Kasie Teknik PDAM Semarang Tengah.
9. Bapak Budi Mulyono Kasie Pengaliran PDAM Kantor Pusat

10. Bapak Drs. Tukimin staff Lapangan PDAM Semarang Tengah selaku Tim Sukses
11. Sdr-Sdr Mahasiswa Teknik Sipil PSD III Undip selaku Tim Sdukses (Indra, Kenyung Cs)
12. Rekan-rekan mahasiswa S2 program Magister Teknik Sipil UNDIP konsentrasi Sumber Daya Air yang selalu memberi bantuan dan semangat joang dalam penyelesaian tesis ini.
13. Semua pihak yang telah membantu Penulis dalam penyelesaian Tesis.
Semoga segala bantuan yang telah diberikan kepada Penulis mendapatkan imbalan yang layak dari Tuhan Yang Maha Esa.

Semarang, Januari 2005

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAM JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
ABSTRACK.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMBANG, NOTASI, DAN SINGKATAN.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Lokasi Penelitian.....	5
1.3. Tujuan Studi.....	8
1.4. Lingkup Studi.....	8
1.5. Pembatasan Permasalahan.....	8
1.6. Sistematika Penulisan.....	10
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	 10
2.1. Sistematikan Jaringan Air Bersih.....	10

2.2. Kehilangan Energi.....	12
2.2.1 Kehilangan Energi Akibat Gesekan (Major Losses)	13
2.2.2 Kehilangan Energi Akibat Belokan Pipa DII (Minor Losses).....	15
2.3. Kerja Pengoperasian	17
2.3.1 Keandalan (<i>Reliability</i>)	19
2.3.2 Kelentingan (<i>Resiliency</i>)	21
2.3.3 Kerawanan (<i>Vulnerability</i>)	25
2.4. Standar Debit Air Bersih.....	27
2.5. Standar Tekanan Air	28
2.6. Standar Kontinuitas Aliran	28
2.7. Debit Air	28
2.7.1 Metode yang Digunakan.....	29
2.7.2 Analisis Data	30
2.8. Tekanan Air pada Jaringan	32
2.9. Pengaruh Pertambahan Umur Pipa.....	33
 BAB III METODOLOGI.....	 34
3.1. Umum	34
3.2. Pengumpulan Data	34
3.2.1 Data Primer	34
3.2.2 Data Sekunder	36
3.3. Prosedur Penelitian	37

3.4. Program Epanet -2.00	39
3.5. Pemodelan Jaringan Pipa	51
3.5.1 Pemodelan Jaringan Pipa Makro.....	52
3.5.2 Pemodelan Jaringan Mikro.....	53
3.5.3 Hubungan antara Jaringan Pipa Makro dan Jaringan pipa Mikro	54
3.6. Analisis Data.....	56
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	61
4.1. Kondisi Umum Perumahan Dinas PJKA.....	61
4.2. Tekanan Air	66
4.3. Kontinuitas Aliran.....	74
4.4. Debit Air	75
4.5. Topografi.....	87
4.6. Jaringan.....	88
4.7. Inflow.....	88
BAB V ANALISA DATA	90
5.1. Analisis	90
5.1.1 Perhitungan Kebutuhan Air Bersih untuk Program.	99
5.1.2 Analisis Pengoperasian Jaringan Air Bersih Dengan Program	102
5.2. Pembahasan	105

5.2.1 Hasil Analisis Debit Air	106
5.2.2 Hasil Pengamatan Tekanan Air.....	108
5.2.3 Hasil Pengamatan Kontinuitas Aliran.....	108
5.2.4 Hasil Analisis Program terhadap Debit Dan Tekanan Air.....	109
5.2.5 Hasil Perbandingan Debit Pembacaan Meter Air dan Tekanan Air Survey Lapangan Dengan Hasil-Hasil Analisis Dengan Program Waterwork.....	109
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	124
6.1. Kesimpulan.....	124
6.2. Saran	125

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Nilai "k" Koefisien Kehilangan Energi Minor	
Tabel 2.2.	Pedoman Konsumen Air.....	27
Tabel 3.1.	Junction's Property	41
Tabel 3.2.	Reservoir's Property	43
Tabel 3.3.	Tank's Property	45
Tabel 3.6.	Pipe's Property	46
Tabel 3.5.	Pump's Property	48
Tabel 3.6.	Valve's Property	49
Tabel 4.1.	Tinggi Tekanan Air di Lokasi # 1	67
Tabel 4.2.	Tinggi Tekanan Air di Lokasi # 2	68
Tabel 4.3.	Tinggi Tekanan Air di Lokasi # 3	69
Tabel 4.4.	Tinggi Tekanan Air di Lokasi # 4	70
Tabel 4.5.	Tinggi Tekanan Air di Lokasi # 5	71
Tabel 4.6.	Tinggi Tekanan Air di Lokasi # 6	73
Tabel 4.7.	Debit Kebutuhan Air Q maks, rerata, Q min.....	77
Tabel 4.8.	Debit Kebutuhan Air Sesuai standart DPU	78
Tabel 4.9.	Pemakaian Debit Jam-Jam-an di Lokasi # 1	80
Tabel 4.10.	Pemakaian Debit Jam-Jam-an di Lokasi # 2	82
Tabel 4.11.	Pemakaian Debit Jam-Jam-an di Lokasi # 3	84
Tabel 4.12.	Pemakaian Debit Jam-Jam-an di Lokasi # 4	86
Tabel 4.13.	Pemakaian Debit Jam-Jam-an di Lokasi # 5	87

Tabel 4.14.	Pemakaian Debit Jam-Jam-an di Lokasi # 6	88
Tabel 5.1.	Data Pemakaian PDAM Tahun Pertama Dari Hasil Pembacaan Meter Pelanggan.....	91
Tabel 5.2.	Data Pemakaian PDAM Tahun Kedua Dari Hasil Pembacaan Meter Pelanggan.....	93
Tabel 5.3.	Analisis Tingkat Pelayanan Jaringan Air Bersih.....	95
Tabel 5.4.	Kerja Pelayanan Air Bersih.....	98
Tabel 5.5.	Perbandingan Hasil Tekanan Air Hasil Analisis Teori dengan Pembacaan Tekanan Air di Lapangan dari Hasil Running #1	112
Tabel 5.6.	Perbandingan Hasil Tekanan Air Hasil Analisis Teori dengan Pembacaan Tekanan Air di Lapangan dari Hasil Running # 3	113
Tabel 5.7.	Perbandingan Hasil Tekanan Air Hasil Analisis Teori dengan Pembacaan Tekanan Air di Lapangan dari Hasil Running # 5	114
Tabel 5.8.	Perbandingan Hasil Tekanan Air Hasil Analisis Teori dengan Pembacaan Tekanan Air di Lapangan dari Hasil Running # 7	115
Tabel 5.9.	Perbandingan Hasil Tekanan Air Hasil Analisis Teori dengan Pembacaan Tekanan Air di Lapangan dari Hasil Running # 9	116

Tabel 5.10. Perbandingan Hasil Tekanan Air Hasil Analisis Teori dengan Pembacaan Tekanan Air di Lapangan dari Hasil Running # 11	117
Tabel 5.11. Hasil Running #1 program Epanet Inflow Minimum dengan Demand Pelanggan Maximum (<i>volve opened 33%</i>) ..	118
Tabel 5.12. Hasil Running #1 program Epanet Inflow Minimum dengan Demand Pelanggan Rerata (<i>volve opened 33%</i>)	118
Tabel 5.13. Hasil Running #1 program Epanet Inflow Minimum dengan Demand Pelanggan Minimum (<i>volve opened 33%</i>) ..	119
Tabel 5.14. Hasil Running #1 program Epanet Inflow Minimum dengan Demand Pelanggan max (<i>volve opened 33%</i>)	119
Tabel 5.15. Hasil Running #1 program Epanet Inflow Minimum dengan Demand Pelanggan Maximum (<i>volve opened 33%</i>) ..	120
Tabel 5.16. Hasil Running #1 program Epanet Inflow Minimum dengan Demand Pelanggan max (<i>volve opened 33%</i>)	120

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Pembagian Wilayah Kantor Cabang PDAM Kota Semarang	2
Gambar 1.2.	Lokasi Penelitian di Komlek Perumahan Dinas PJKA Semarang	5
Gambar 1.3.	Situasi Lokasi Penelitian di Komplek PJKA Semarang....	7
Gambar 2.1.	Indikator Unjuk Kerja	18
Gambar 2.2.	Bagan Alir	32
Gambar 3.1.	Bagan Alir Analisa Epanet Program	39
Gambar 3.2.	Juction Input Editor	40
Gambar 3.3.	Reservior Input Editor	42
Gambar 3.4.	Tank Editor	44
Gambar 3.5.	Pipe's Property Input Editor	46
Gambar 3.6.	Pump's Property	47
Gambar 3.7.	Velve Editor	48
Gambar 3.9.	Peta Jaringan Makro dan Mikro	55
Gambar 3.10.	Bagan Alir Pelayanan	56
Gambar 3.11.	Bagan Alir Simulasi Pengoperasian Jaringan Alir Bersih.	57
Gambar 3.12.	Langkah-langkah Dalam Permodelan Suatu Jaringan.....	60
Gambar 4.1.	Denah Situasi Lokasi Penelitian	65
Gambar 4.2.	Diagram Tekanan di Titik Survei 1	67
Gambar 4.3.	Diagram Tekanan di Titik Survei 2	69
Gambar 4.4.	Diagram Tekanan di Titik Survei 3	70

Gambar 4.5. Diagram Tekanan di Titik Survei 4.....	71
Gambar 4.6. Diagram Tekanan di Titik Survei 5.....	72
Gambar 4.7. Diagram Tekanan di Titik Survei 6.....	73
Gambar 4.8. Diagram Tekanan rerata di 6 lokasi Titik Survi.....	74
Gambar 4.9. Grafik rerata Debit Pemakaian Jam-Jam Lokasi 1 Jl. Veteran.....	76
Gambar 4.10. Grafik Rerata Debit Pemakaian Jam-jam Lokasi 2 Jl. Yogya.....	79
Gambar 4.11. Grafik Rerata Debit Pemakaian Jam-jam Lokasi 3 Jl. Dr. Kariadi.....	81
Gambar 4.12. Grafik Rerata Debit Pemakaian Jam-jam Lokasi 4 Jl. Kedungjati.....	83
Gambar 4.13. Grafik Rerata Debit Pemakaian Jam-jam Lokasi 5 Jl. Gundih.....	85
Gambar 4.14. Grafik Rerata Debit Pemakaian Jam-jam Lokasi 6 Jl. Solo.....	87
Gambar 4.15. Peta Topografi di Lokasi Studi.....	88
Gambar 5.1. Histerogram Bulan Gagal di Pelanggan.....	89
Gambar 5.2. Skema Running Program Epanet.....	105

DAFTAR LAMBANG, NOTASI DAN LINGKUNGAN

Lambang dan Notasi :

F_j	=	Debit Pengambilan (outflow) dari Junction J
I	=	Indek untuk "loop"
J	=	Indek untuk junction atau node
n	=	Lama atau jangka panjang waktu pengoperasian
N	=	Jumlah subyek yang diselidiki atau jumlah pasangan
N_j	=	Jumlah junction di seluruh jaringan
NL	=	Jumlah "loop" di jaringan
$NP [j]$	=	Jumlah pipa yang bertemu di junction j
Q_{ij}	=	Debit Aliran di ruas pipa i-j
h_f	=	Tinggi hilang akibat gesekan (friction)
f	=	Faktor gesek friction faktor
L	=	Panjang pipa (m)
V	=	Kecepatan aliran (m/dt)
g	=	Percepatan grafitasi (m/dt^2)
P	=	Tekanan
t	=	Berat spesifik air
k	=	Angka kekasaran dalam pipa
Re	=	Bilangan Reynold (VD/v)
v	=	Kekentalan kinematik cairan
h_c	=	Tinggi hilang akibat penyempitan

Kc = Koefisien kehilangan energi akibat penyempitan

Kv = Koefisien tinggi hilang di "velve"

Singkatan :

DPU = Dinas Pekerjaan Umum

IPA = Instalasi Pengelolaan Air

NTU = Nephelometric Turbidity Units

Psi = Pounds per Squer Inch

PDAM = Perusahaan Daerah Air Minum

PRV = Pressure Reducing Valve

PSV = Pressure Sustaining Valve

TCU = True Color Unit

WHO = World Health Organisation

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	Form Srvey
Lampiran B	Data Tekanan & Debit Air di : 6 Lokasi
Lampiran C	Data Kontinuitas Aliran di : 6 Lokasi
Lampiran D	Data Karakteristik Air di : 71 Pelanggan
Lampiran E	Data Stand Meter Pelanggan di : 71 Lokasi
Lampiran F	Peta Topografi PDAM Semarang Tengah
Lampiran G	Peta Jaringan PDAM Semarang Tengah
Lampiran H	Perhitungan Tingkat Kebutuhan Air di Pelanggan
Lampiran I	Hasil Running Program "EPANET"

BAB I

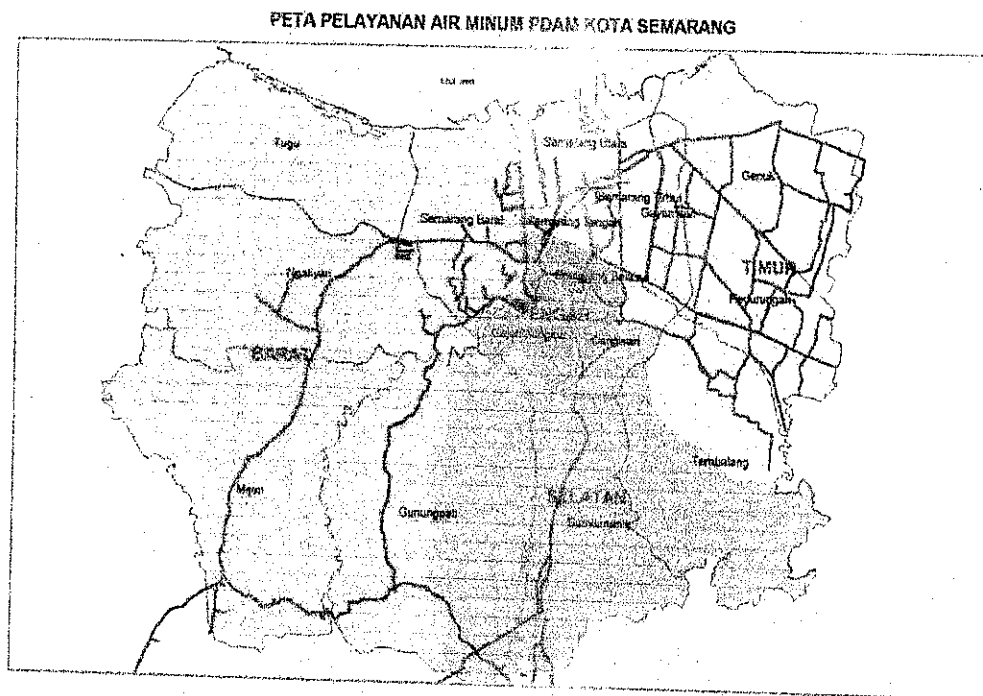
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sistem jaringan air bersih dibuat untuk memenuhi kebutuhan air bersih penduduk suatu kota atau suatu komunitas. Penyediaan air bersih dimulai dari sumber air baku yang dapat berasal dari mata air, danau, sungai atau air tanah dalam. Air tersebut kemudian diolah pada instalasi pengolahan air supaya memenuhi standar air bersih yang dan kemudian didistribusikan pada konsumen.

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor : 416/MENKES/PER/IX/1990 pengertian air minum berbeda dengan air bersih yaitu air minum adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum, sedangkan air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak.

Pengelolaan pelayanan air bersih untuk masyarakat Kota Semarang dilaksanakan oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kota Semarang, yang merupakan perusahaan milik pemerintah Kota Semarang. PDAM Kota Semarang mempunyai Kantor Pusat di Jalan Kelud Raya Semarang dan dalam melakukan tugas-tugas pelayanan air bersih / air minum tersebut didukung oleh 5 (lima) Kantor Cabang Pembantu sesuai dengan pembagian wilayah distribusi airnya yaitu Cabang Semarang Barat, Semarang Tengah, Semarang Timur, Semarang Selatan, dan Semarang Utara, pembagian wilayah kantor cabang ini dicantumkan pada gambar berikut :



Gambar 1.1.

Pembagian Wilayah Kantor Cabang PDAM Kota Semarang

Sumber air bersih bagi PDAM Kota Semarang sampai saat ini masih mengandalkan dari debit air permukaan / sungai sekaligus IPA Kaligarang. IPA Kudu Demak telah selesai pembangunan fisiknya dan sesuai harapan mulai berfungsi pada pertengahan tahun 2002 sebagai suplai tambahan. IPA Kudu ini menurut rencana dapat menambah aliran sebesar 1.250 liter per detik, tetapi kenyataannya IPA Kudu baru bisa menambah aliran 750 liter per detik.

Namun demikian IPA Kudu diharapkan dapat memenuhi kebutuhan para Pelanggan air bersih PDAM pada sebagian masyarakat Semarang, khususnya

Pelanggan di Semarang Timur dan Semarang Tengah, hingga dapat meningkatkan pelayanan akan air bersih (Tidak ada system zoning / penggiliran).

Munculnya keluhan disebabkan selama ini kapasitas air yang disalurkan PDAM Kota Semarang sangat kurang. Sumber air bersih yang selama ini jadi andalan PDAM untuk pasokan air bersih adalah air permukaan (berasal dari Kali Garang dan Kali Babon), mata air (wilayah Ungaran, Gunungpati dan Tugu), dan sumur dalam (wilayah Boja, Ungaran, Mijen dan Gunungpati).

Jadi Selama ini PDAM sudah memiliki 5 (lima) IPA, beberapa sumber alam, sumur artesis I dan II tetapi tidak mencukupi. IPA Kali Garang I hanya bisa mengalirkan debit air 500 liter per detik, IPA Kali Garang II 80 liter per detik, IPA Kali Garang III 250 liter per detik, IPA Kali Garang IV 150 liter per detik, IPA Pucanggading 50 liter per detik, sumber alam 200 liter per detik, sumur artesis I 50 liter per detik, dan sumur artesis II 300 liter per detik dengan total produksi 1.580 liter per detik, padahal kebutuhan air untuk kota Semarang sampai tahun 2000 sudah mencapai 2.630 liter per detik (Sumber data PDAM, 1999).

Pengkajian terhadap pelayanan jaringan air bersih PDAM di suatu wilayah perkotaan terhadap pelanggan masih kurang mendapat perhatian yang layak dari pihak pengelola. Hal ini tercermin dari banyaknya keluhan pelanggan terhadap mutu layanan air bersih yang diketahui dari hasil survei pendahuluan secara langsung di beberapa lokasi daerah layanan PDAM. Beberapa hal yang sering dikeluhkan meliputi debit aliran kecil (tidak mencukupi), tekanan kurang, aliran berlangsung secara tidak kontinue atau jam-jam pengaliran tidak dapat diharapkan, dan kualitas air kurang baik.

Oleh karena itu penelitian ini dilakukan berdasar atas pemikiran bahwa sistem pengoperasian jaringan air bersih di Kota Semarang belum menghasilkan tingkat pelayanan yang diharapkan. Kurang optimalnya pelayanan air bersih dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain faktor *topografi*, *penyebaran* konsumen, *ketersediaan* air, *kebijakan* pengoperasian, *kinerja*(*performance*) atau tingkat layanan yang diharapkan serta pengembangan jaringan (*extension*).

Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian terhadap aspek layanan jaringan air bersih terutama mengenai kinerja layanan jaringan air bersih di lapangan.

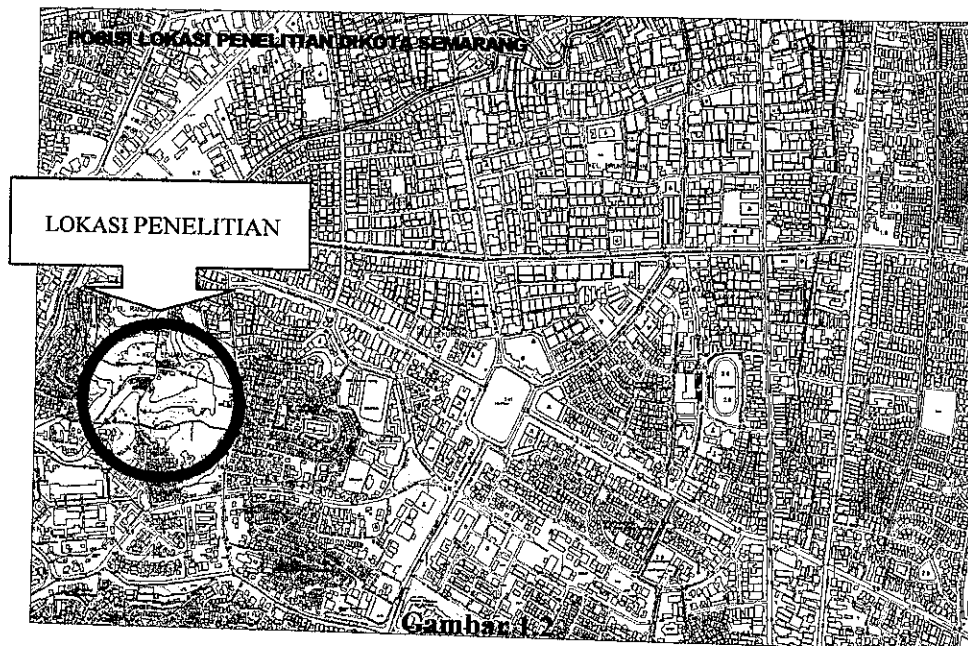
Kompleks Perumahan PJKA Kelurahan Randusari merupakan salah satu bagian dari wilayah Kota Semarang (Semarang Timur) yang mendapat layanan air bersih dari PDAM dimana kalau ditinjau dari segi lokasinya termasuk wilayah pelayanan PDAM Cabang Semarang Tengah. Lokasi ini dipandang memenuhi kriteria sebagai obyek studi kasus atau lokasi penelitian mengingat daerah tersebut merupakan suatu perkampungan dengan infrastruktur jaringan yang cukup lama. Dari survei pendahuluan, daerah ini juga mengalami layanan air bersih yang kurang memuaskan baik itu dari segi debit, tekanan air, kontinuitas aliran maupun kualitas air.

Dalam penelitian pendahuluan tersebut diketahui bahwa jaringan pipa PDAM di Kompleks Perumahan PJKA Kelurahan Randusari telah berusia ± 50 tahun lebih (Zaman Kolonial Belanda) dengan diameter pipa pelayanan adalah 500 mm ; 400 mm dan 250 mm untuk pipa utama (Transmisi) dan diameter pipa pelayanan yang menuju ke rumah-rumah pelanggan adalah 75 mm, (Pipa Distribusi) sedangkan lokasi Kompleks Perumahan PJKA Kelurahan Randusari

Semarang kalau ditinjau dari lokasi sumber air yang menyuplai air ke lokasi studi yaitu dari reservoir Gajahmungkur / Sultan Agung relative dekat , sehingga hal ini menyebabkan relative lancar distribusi aliran air menuju daerah tersebut dan dilakukan dengan *system gravitasi* sudah cukup.

1.2. Lokasi Penelitian

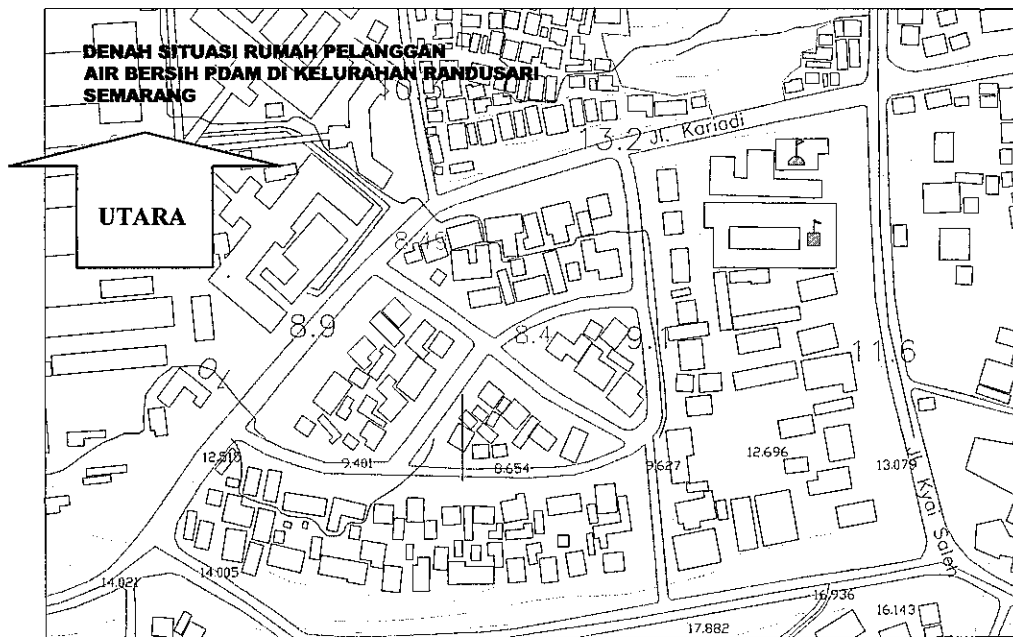
Dalam penelitian ini daerah penelitian berlokasi di Komplek Perumahan Dinas PJK, Kelurahan Randusari Semarang yang berada di Kota Semarang, Propinsi Jawa Tengah. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.2. dan Gambar 1.3. berikut:



Gambar 2.1

Situasi Lokasi Penelitian

Di Komplek Perumahan Dinas PJK Semarang



Gambar 1.3
Situasi Lokasi Penelitian
Di Komplek Perumahan Dinas PJKA Semarang

1.3. Tujuan Studi

Tujuan dari studi / kajian ini adalah untuk mengetahui kinerja (*performance*) layanan air bersih yang dikelola oleh PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) Kota Semarang khususnya di Komplek Perumahan Dinas PJKA Kelurahan Randusari Semarang dengan cara menganalisa kinerja layanan jaringan, yaitu kemampuan jaringan dalam memenuhi kebutuhan minimum pelanggan yang meliputi debit, tekanan air, dan kontinuitas aliran. Diharapkan setelah diketahui kinerja pelayanan bila kurang baik maka secara teknis / sistem dapat disempurnakan / dioptimalkan.

1.4. Lingkup Studi

Studi / Kajian yang dilakukan untuk mendapatkan hasil analisa tersebut adalah meliputi kegiatan-kegiatan sebagai berikut :

- Pengambilan Data primer di lapangan dengan melakukan survey lapangan
- Mengumpulkan data sekunder yang diperoleh dari Kantor Pusat PDAM Semarang (di Jalan Kelud Semarang)
- Verifikasi data primer dan data sekunder yang diperlukan dalam keterkaitannya dengan Studi / Kajian
- Analisa kinerja pelayanan jaringan air bersih
- Analisa pengoperasian jaringan pipa air minum dengan "EPANET"

1.5. Pembatasan Permasalahan

Permasalahan yang akan dianalisa adalah pelayanan jaringan air bersih PDAM di Kompleks Perumahan Dinas PJKA Kelurahan Randusari Semarang dengan pembatasan permasalahan sebagai berikut :

1. Pengamatan terbatas hanya pada sistem jaringan air bersih di Komplek Perumahan Dinas PJKA Kelurahan Randusari Semarang, dengan ditunjang secara makro terhadap sistem jaringan air bersih di Kota Semarang yang dikelola oleh PDAM Kota Semarang.
2. Analisa kinerja pelayanan jaringan air bersih terutama berdasarkan debit air dari debit pembacaan meter air pelanggan terhadap Keandalan (*reliability*), Kelentingan (*resiliency*), dan Kerawanan (*vulnerability*).

3. Diasumsikan air yang tercatat di meter air pelanggan mencerminkan kemampuan layanan jaringan PDAM, karena debit meter air dianggap merupakan pemenuhan akan kebutuhan air pelanggan oleh PDAM.
4. Kebocoran air yang merupakan perbedaan antara jumlah air yang diproduksi dan jumlah air sampai ke konsumen tidak dianalisa tetapi kebocoran air tetap dianggap berpengaruh terhadap debit air yang sampai ke pelanggan, sehingga debit yang tercatat di meter air pelanggan merupakan debit yang sudah dianggap mengalami kebocoran pada jaringan pipa sebelumnya.
5. Parameter tekanan air, kontinuitas aliran, dan kualitas air sebagai penunjang untuk melengkapi hasil analisa kinerja pelayanan jaringan air bersih terhadap parameter debit air.
6. Hasil analisa kinerja pelayanan jaringan air bersih khusus untuk debit dan tekanan air dari survei lapangan dibandingkan dengan hasil analisa secara teoritis berdasarkan simulasi pengoperasian jaringan air bersih dengan paket program "EPANET".

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tesis adalah sebagai berikut :

Bab I, Pendahuluan

Pendahuluan, membahas tentang latar belakang, lokasi penelitian, tujuan studi, lingkup studi, pembatasan permasalahan, dan sistematika penulisan.

Bab II, Tinjauan Pustaka

Tinjauan Pustaka, membahas tentang sistem jaringan air bersih, kinerja pengoperasian jaringan air bersih, analisis jaringan pipa, program paket "EPANET", Standar debit air bersih, Standar tekanan air, Standar kontinuitas aliran, dan koefisien korelasi.

Bab III, Metodologi

Metodologi, membahas tentang Pengumpulan data, Prosedur penelitian, dan Analisa data

Bab IV, Pengumpulan Data

Pengumpulan dan pengolahan data, membahas tentang kondisi umum Komplek Perumahan Dinas PJKA Semarang, data Tekanan air, Kontinuitas aliran, Data Karakteristik pemakai air, Debit meter air, Topografi, Jaringan pipa, dan Inflow aliran.

Bab V, Analisa dan Pengolahan Data

Analisa dan pengolahan data, membahas tentang analisa kinerja Pelayanan Jaringan Air bersih, pengoperasian jaringan air bersih dengan Program "EPA-Net", dan analisa koefisien korelasi.

Bab VI, Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran, menjelaskan tentang kesimpulan dan saran dari hasil pengolahan data dan analisa.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Jaringan Air bersih

Air dalam sistem jaringan air bersih berasal dari sumber air baku yang diolah pada *Instalasi Pengolahan Air / IPA /WTP*. Air yang telah diolah tersebut kemudian dialirkan melalui pompa-pompa transmisi ke Reservoir (Tandon) dan distribusi sehingga melayani konsumen dengan tekanan air yang cukup ditingkat konsumen dengan tolok ukur minimal 10 meter kolom air atau sebesar 1(satu) atm.

Hal yang sangat penting sekali untuk menjaga dan mengatur seluruh peralatan sistem tersebut, sehingga menjamin pengadaan air bersih yang memenuhi kuantitas / debit aliran yang diinginkan pelanggan , juga mencakup kualitasnya dan dengan demikian harus diperhatikan pemeliharaan seluruh peralatan sistemnya.

Adapun komponen komponen sistem jaringan air bersih adalah terdiri dari :

- Sumber air baku;
- Fasilitas Intake/pengambilan;
- Transmisi air baku;
- Reservoir / Tandon air baku;
- Instalasi pengolahan Air /IPA /WTP;
- Sistem pipa transmisi air bersih;
- Sistem pipa distribusi air bersih;

- Sistem pipa pelayanan / service kepada pelanggan.

Secara umum Pengelolaan dan proses Infrastruktur untuk Water Supply System dapat dijelaskan sebagai berikut (hal. 287, Manajemen & Rekayasa Infrastruktur Oleh Robert J. Kodoatie Ph.D, 2003)

a) Explorasi sumber daya air :

- Sumberdaya air permukaan (sungai, danau, waduk, dll)
- Sumber daya air tanah (sumber air /springs, pemompaan dll)

b) Pengolahan (Treatment) :

Untuk memenuhi kualitas air tertentu dan atau dalam rangka meningkatkan nilai tambah dari air, maka air dalam sumber pada umumnya haruslah memenuhi proses lanjut berupa :

- Penjernihan dari partikel lain (sedimentation, flocculation, filtration dll);
- Pengontrolan bacteria air (disinfection, ultra violet ray, ozone treatment, dll);
- Komposisi kimia air (airation, iron dan manganese removal, carbon activated) dll).

c) Penampungan (Storage) :

- Penampungan bahan baku air (waduk, sungai / long storage);
- Penampungan bahan baku air olahan (Tangki tertutup, kolam terbuka dll);

d) Transmisi :

Truck tangki, Kapal tanker air dan Moda lain (tapi ada resiko kehilangan, tidak dapat menjamin tepat waktu, debit dan kualitas air) :

- Jaringan pipa transmisi dari pipa primer ke pipa sekunder
- Bak pelepas tekan;
- Pipa transmisi (minimum kehilangan, dapat menjamin tepat waktu, debit, dan kualitas);

e) **Pipa distribusi ke pelanggan :**

- Sistem jaringan pipa;
- Sistem tampungan / resevoir;
- Fittings;
- Control;
- Valve-valve / Katup dan Pompa.

2.2. Kehilangan Energi

Suatu aliran air pada jaringan pipa, salah satu faktor yang dominan untuk diperhatikan adalah tinggi kehilangan energi (hf). Hal ini disebabkan sistem jaringan distribusi air minum mempunyai distribusi ruang / tempat yang sangat luas dan dapat melalui medan yang bertopografi kompleks, serta mempunyai komponen-komponen jaringan yang sangat banyak dan beragam.

Supaya air mencapai disetiap titik konsumen dengan debit dan tinggi tekanan yang memenuhi persyaratan tertentu, maka harus diusahakan untuk meminimalkan kehilangan-kehilangan tinggi tekanan baik diakibatkan oleh gesekan sepanjang pipa, pada sambungan-sambungan pipa, aksesoris-aksesori jaringan pipa, belokan pipa dan lain-lain.

Secara umum, tinggi kehilangan tinggi energi di atas dapat dikelompokkan menjadi kehilangan energi utama atau "*major losses*" akibat gesekan dengan dinding dalam pipa dan kehilangan energi "*minor losses*" akibat sambungan-sambungan pada pipa, belokan-belokan, valve (katup / klep) pada pipa dan aksesoris pipa lainnya.

2.2.1. Kehilangan Energi Akibat Gesekan (Major Losses)

Energi akibat gesekan dengan dinding dalam pipa di aliran "*uniform*" dapat dihitung dengan persamaan Darcy-Weisbach (Victor L. Streeter., 1993,202) berikut :

$$h_f = \frac{P}{t} = f \frac{LV^2}{D2g} \quad \text{-----} \quad (2-1)$$

Di mana parameter :

h_f	: tinggi hilang akibat gesekan (friction) -----	(m)
f	: faktor gesek (friction factor) -----	(tanpa satuan)
L	: panjang pipa -----	(m)
D	: diameter pipa -----	(m)
V	: kecepatan aliran -----	(m/dt)
P	: tekanan -----	(kg/cm ²)
g	: percepatan gravitasi -----	(m/dt ²)
t	: berat spesifik air -----	(kg/m ³)

Di antara faktor-faktor di atas, faktor gesek (f) merupakan merupakan salah satu faktor yang sulit penentuannya. Kesulitan ini karena faktor gesek (f)

juga sangat tergantung pada kondisi aliran di dalam pipa tersebut. Secara umum, faktor gesek f dapat dihitung dengan persamaan Colebrook-White sebagai berikut,

Dimana :

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left[\frac{k}{3,71} + \frac{2,51}{Re \sqrt{f}} \right] \quad (2-2)$$

Di mana parameter-parameter :

- k : kekasaran efektif dinding dalam pipa (c)
- d : diameter dalam pipa (m)
- Re : bilangan Reynold $(= \frac{VD}{\nu})$ (2-3)
- ν : kekentalan kinematik cairan (m²/dt)

Dari persamaan *Colebrook-White* di atas terlihat bahwa variabel f terdapat di ruas kiri dan ruas kanan, sehingga persamaan di atas merupakan persamaan implisit yang penyelesaiannya hanya dapat dilakukan secara *coba-coba*.

Untuk memudahkan perhitungan, Moody (1994) menampilkan persamaan *Colebrook-White* menjadi suatu diagram, sehingga diagram ini sering disebut sebagai diagram Moody.

Untuk keperluan perencanaan dan perancangan aliran dalam pipa, persamaan "*Colebrook-White*" dapat digabung dengan persamaan "*Darcy-Weisbach*" menjadi persamaan berikut :

$$V = -2 \sqrt{2gDS_f} \log \left[\frac{k}{3,7D} + \frac{2,51\nu}{\sqrt{2gDS_f}} \right] \quad (2-4)$$

- Dimana : $S_f = \frac{h_f}{L}$

Persamaan di atas dijadikan ke dalam bentuk homogram yang kemudian disebut sebagai *Chart for the hydraulic design of channel and pipes*.

Usaha-usaha untuk mendekati persamaan Colebrook-white dengan persamaan eksplisit sudah banyak dilakukan. Beberapa persamaan pendekatan tersebut adalah :

M o o d y

$$f = 0,0055 \left[1 + \left(20.000 \frac{k}{D} + \frac{10^6}{Re} \right)^{\frac{1}{3}} \right] \quad (2 - 5)$$

Persamaan di atas berlaku untuk $4 \times 10 < Re < 10$ dan

B a r r¹

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{k}{3,7D} + \frac{10^6}{Re^{0,89}} \right) \quad (2 - 6)$$

B a r r²

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{k}{3,7D} + \frac{5,02 \log \left(\frac{Re}{4,518} \log \frac{Re}{7} \right)}{Re \left(1 + \frac{Re^{0,52}}{29} \left(\frac{D}{R} \right)^{0,7} \right)} \right) \quad (2 - 7)$$

2.2.2. Kehilangan Energi akibat belokan pipa dll (Minor Losses)

Selain kehilangan energi akibat gesekan, terjadi pula kehilangan energi akibat :

- perubahan tampang saluran;
- sambungan-sambungan (aksesoris pipa)
- belokan pipa;

- valve / katub pada pipa;
 - aksesoris pipa yang lain;
 - kehilangan-kehilangan energi akibat penyempitan (contraction)
- kehilangan energi ini disebut sebagai energi minor.

a) Kehilangan energi Minor :

$$h_c = K_c \frac{V_2^2}{2g} \quad (2-8)$$

Dimana parameter :

h_c : tinggi hilang akibat penyempitan (m)

K_c : koefisien kehilangan energi akibat penyempitan (c)

V_2 : kecepatan rerata aliran di pipa dengan diameter D_2 (m/dt)

D_2 : (yaitu di *downstream* dari penyempitan) (m)

Nilai K_c untuk berbagai nilai D_2/D_1 tercantum pada Tabel 2.1. (Nilai K_c untuk berbagai nilai D_2/D_1)

Tabel 2.1

Nilai " K_c " Koefisien Kehilangan Energi Minor

D_2/D_1	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
K_c	0,5	0,45	0,38	0,28	0,14	0

b) Tinggi energi akibat pembesaran tampang pipa (expansion)

$$h_e = K_e \frac{V_2^2}{2g} \quad (2-9)$$

di mana parameter

$$K_e = \left(\frac{A_2}{A_1} - 1 \right)^2 \quad (2-10)$$

c) Tinggi energi akibat “valve”

$$h_v = K_v \frac{V_2^2}{2g} \quad (2-11)$$

di mana :

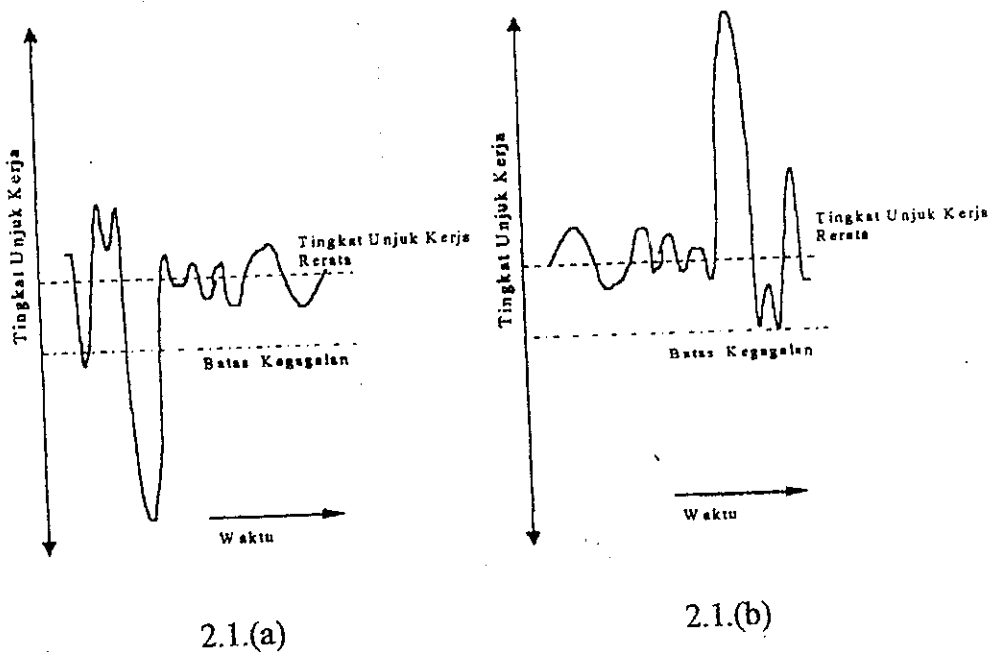
- K_v : adalah koefisien tinggi hilang di “valve”.
- Nilai K_v ini sangat tergantung pada jenis “valve” dan bukaannya.

2.3. Kinerja Pengoperasian

Kinerja dapat diketahui dari hasil analisa kegagalan jaringan pipa dan pengoperasiannya untuk memenuhi kebutuhan. Beberapa indikator kinerja harus dapat memberikan indikasi seberapa jauh intensitas kegagalan dan berapa lama suatu kegagalan itu terjadi, sehingga *performance* jaringan dapat diketahui. Unjuk kerja-kinerjatersebut minimal meliputi Keandalan (*reliability*), Kelentingan (*resiliency*), serta Kerawanan (*vulnerability*) (Suharyanto, 1999).

Analisis terhadap parameter kinerja (*performance*) pengoperasian jaringan pipa biasanya dilakukan dengan mengevaluasi jaringan tersebut berdasarkan pada nilai rerata (*mean*) dan variasi (*variance*) dari parameter tersebut. Besarnya keandalan (*reliability*) suatu jaringan pipa lebih ditekankan pada persentasi rata-rata (jangka panjang) kemampuan jaringan pipa dalam memenuhi kebutuhan. Dalam kenyataannya, variasi debit, perubahan konfigurasi jaringan, dan kebijakan

pengoperasian jaringan akan menyebabkan variasi pada parameter kinerjapengoperasian, sehingga ketiga faktor tersebut perlu dipertimbangkan pengaruhnya terhadap kinerjapengoperasian jaringan pipa air bersih. Sebagai ilustrasi, diambilkan contoh seperti disajikan pada gambar 2.1 (Hashimoto, Stedinger, dan Loucks, 1982) seperti dibawah ini.



Gambar 2.1. Indikator unjuk kerja

Dari gambar tersebut menunjukkan perilaku salah satu indikator kinerjajaringan pipa yang mempunyai nilai rerata dan variasi sama (kedua gambar tersebut masing-masing merupakan putaran 180°). Gambar 2.1.(a) menunjukkan bahwa jaringan pipa pernah mengalami dua kali kegagalan yang mempunyai konsekuensi dan intensitas yang berlainan. Kegagalan pertama merupakan kegagalan yang tidak serius sedang kegagalan kedua berlangsung lebih lama dan intensitas/kerawanannya lebih serius. Akan tetapi pada gambar 2.1(b) menunjukkan bahwa jaringan pipa tidak pernah mengalami kegagalan.

Jika ada batas atas pada indikator kinerjanya (misal tekanan yang terjadi pada jaringan pipa, sehingga ada batas bawah dan batas atas nilai tekanan), maka perilaku seperti pada gambar 2.1.(b) akan menunjukkan bahwa jaringan pipa pernah mengalami tekanan yang melebihi tekanan maksimum yang diijinkan. Hal ini menunjukkan bahwa evaluasi kinerja jaringan pipa yang berdasarkan pada nilai rerata dan variasinya kurang memberikan gambaran yang sebenarnya dari perilaku jaringan pipa tersebut.

Konsekuensi yang terjadi pada saat-saat jaringan pipa tidak mampu memenuhi kebutuhannya yaitu pada saat terjadi “*kegagalan*” tidak terlalu diperhatikan padahal konsekuensi dari terjadinya suatu kegagalan pada jaringan pipa memiliki dampak yang luas dan berlangsung cukup lama dan dapat pula memberikan beban psikologis yang berkepanjangan. Penggunaan kinerja keandalan jaringan pipa tidak selalu dapat menggambarkan keadaan perilaku jaringan pipa yang sesungguhnya.

Kinerja yang disajikan dalam tesis ini adalah beberapa indikator kinerja yang mampu memberikan indikasi seberapa jauh intensitas kegagalan dan berapa lama suatu kegagalan itu terjadi. Kinerja tersebut adalah keandalan (*reliability*), kelentingan (*resiliency*) serta kerawanan (*vulnerability*).

2.3.1. Keandalan (*Reliability*)

Kinerja ini menunjukkan/mengukur kemampuan jaringan pipa untuk memenuhi fungsinya yaitu memenuhi kebutuhan. Secara matematis, definisi

keandalan dapat dituliskan sebagai berikut. Dimana variabel Z_t , nilainya ditentukan dengan persamaan 2.13.

$$Z_t = \begin{cases} 1 & \text{untuk } R_t \geq D_t \\ 0 & \text{untuk } R_t < D_t \end{cases} \quad (2-12)$$

Dimana :

- Z_t = indikator atau counter untuk menghitung kejadian dimana $R_t \geq D_t$
- R_t = debit layanan dari jaringan pipa pada periode t (m^3/bulan)
- D_t = kebutuhan air pada periode t (dalam hal ini, kebutuhan merupakan pelepasan minimum yang seharusnya sampai di pelanggan dari PDAM yaitu sebesar 21 m^3 per bulan per sambungan atau per KK yaitu dengan tingkat kebutuhan air sebesar 170 liter per orang per hari dan jumlah jiwa per KK rata-rata 4 orang).

Perlu diketahui bahwa dalam definisi ini, kegagalan ditafsirkan jika $R_t < D_t$. Dalam jangka panjang, kinerjakeandalan (α) dapat dihitung dengan persamaan berikut ini :

$$\alpha = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n Z_t \quad (2-13)$$

Dimana :

- α = kinerjakeandalan dalam jangka panjang
- n = lama atau jangka panjang waktu pengoperasian. (bulan)
- Z_t = indikator atau counter untuk menghitung kejadian dimana $R_t \geq D_t$

Perlu diketahui pula bahwa nilai rerata merupakan jumlah total waktu dimana jaringan pipa mampu memenuhi kebutuhannya. Oleh karenanya, jumlah total waktu dimana jaringan pipa “gagal” adalah :

$$\sum_{t=1}^n (1 - Z_t) \dots\dots\dots (2-14)$$

2.3.2. Kelentingan (*Resiliency*)

Dalam hal terjadi kegagalan, kinerjakelentingan (*resiliency*) ini menunjukkan atau mengukur kemampuan jaringan pipa untuk kembali ke keadaan tidak gagal atau ke keadaan “memuaskan” (*satisfactory*) dari keadaan “gagal” (*fail*).

Semakin cepat jaringan pipa kembali ke keadaan memuaskan maka konsekuensi akibat kegagalan tersebut akan semakin kecil. Untuk itu perlu diketahui saat-saat jaringan pipa mengalami masa transisi dari keadaan “gagal” menjadi ke keadaan “memuaskan” atau sebaliknya dari keadaan “memuaskan” ke keadaan “gagal” (dalam jangka panjang, masa transisi jaringan pipa dari keadaan “gagal” menjadi ke keadaan “memuaskan” akan sama dengan masa transisi jaringan pipa dari keadaan “memuaskan” menjadi ke keadaan “gagal”).

Dengan menggunakan definisi kegagalan di atas, untuk keperluan menghitung masa transisi dari keadaan “gagal” menjadi keadaan “memuaskan” ini dapat digunakan variabel W_i yang dapat didefinisikan dengan persamaan berikut ini :

$$W_t = \begin{cases} 1 & \text{jika } (R_{t-1} < D_{t-1} \text{ dan } R_t \geq D_t) \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2-15)$$

Dimana :

- W_t = masa transisi jaringan pipa dari keadaan “gagal” menjadi ke keadaan “memuaskan”
- R_{t-1} = debit layanan dari jaringan pipa pada periode $t-1$ (m^3/bulan)
- D_{t-1} = kebutuhan minuman air yang diharapkan pada periode $t-1$ (m^3/bulan)
- R_t = debit layanan dari jaringan pipa pada periode t (m^3/bulan)
- D_t = kebutuhan minimum air yang diharapkan pada periode t (m^3/bulan)
- *otherwise* = keadaan dimana kondisi ($R_{t-1} < D_{t-1}$ dan $R_t \geq D_t$) tidak dipenuhi

Dalam jangka panjang, nilai rerata W_t akan menunjukkan jumlah rerata terjadinya masa transisi jaringan pipa dari keadaan “gagal” menjadi keadaan “memuaskan”. Jumlah rerata jangka panjang terjadinya masa transisi ini dapat dinyatakan dengan persamaan berikut ini :

$$\rho = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n W_t \quad (2-16)$$

Dimana :

- ρ = probabilitas (rerata frekuensi) masa transisi jaringan pipa dari keadaan “gagal” pada bulan yang lalu menjadi ke keadaan “memuaskan” pada bulan sekarang.
- n = lama atau jangka waktu pengoperasian (bulan).
- W_t = masa transisi jaringan pipa dari keadaan “gagal” menjadi ke keadaan “memuaskan”.

Selanjutnya lama (jangka waktu) rerata jaringan pipa berada di dalam keadaan “gagal” secara kontinue (berurutan) dapat diketahui dari jumlah total waktu rerata jaringan pipa mengalami “gagal” dibagi dengan frekuensi rerata terjadinya transisi jaringan pipa. Oleh karenanya, lamanya jaringan pipa berada di dalam keadaan “gagal” secara berurutan, T_{gagal} adalah :

$$T_{gagal} = \frac{\sum_{t=1}^n (1 - Z_t)}{\sum_{t=1}^n W_t} \quad (2-17)$$

Dimana :

- T_{gagal} = lama atau jangka waktu rerata jaringan pipa berada di dalam keadaan “gagal” secara kontinue / berurutan (bulan)
- n = lama atau jangka waktu pengoperasian (bulan)
- Z_t = kinerjakeandalan
- W_t = masa transisi jaringan pipa dari keadaan “gagal” menjadi ke keadaan “memuaskan”

Dalam jangka panjang, jangka waktu rerata jaringan pipa berada di dalam keadaan “gagal” secara kontinue adalah :

$$E[T_{gagal}] = \frac{1 - \alpha}{\rho} \quad (2-18)$$

Dimana :

- $E [T_{gagal}] =$ jangka waktu rerata jaringan pipa berada di dalam keadaan “gagal” secara kontinue dalam jangka panjang (bulan).
- E = merupakan operator “expected”.
- $[T_{gagal}] =$ lama atau jangka waktu rerata jaringan pipa berada di dalam keadaan “gagal” secara kontinue/berurutan (bulan).
- α = kinerjakeandalan dalam jangka panjang.
- ρ = probabilitas (rerata frekuensi) masa transisi jaringan pipa dari keadaan “gagal” pada bulan yang lalu menjadi ke keadaan “memuaskan” pada bulan sekarang.

Perlu diketahui bahwa $1 - \alpha$ adalah kinerjajaringan pipa berada di dalam keadaan “gagal” dalam jangka panjang.

Indikator kinerjaketahanan (*resiliency*) didefinisikan sebagai nilai kebalikan (*inverse*) dari jangka waktu rerata jaringan pipa berada di dalam keadaan “gagal”. Semakin lama jangka waktu rerata jaringan pipa berada di dalam keadaan gagal, maka kinerjaketahanannya akan semakin kecil atau dengan kata lain jaringan pipa akan memerlukan waktu yang relatif lebih lama untuk “recovery”.

$$\gamma = \frac{1}{E[T_{gagal}]} = \frac{\rho}{1 - \alpha} \quad (2-19)$$

Dimana :

- γ = kinerjaketahanan.

- $E [T_{gagal}]$ = jangka waktu rerata jaringan pipa berada di dalam keadaan “gagal” secara kontinue dalam jangka panjang (bulan).
- E = merupakan operator “expected”.
- ρ = probabilitas (rerata frekuensi) masa transisi jaringan pipa dari keadaan gagal pada bulan yang lalu menjadi ke keadaan memuaskan pada bulan sekarang.
- α = kinerjakeandalan dalam jangka panjang.

2.3.3. Kerawanan (*Vulnerability*)

Jika terjadi kegagalan, kinerjakerawanan menunjukkan/mengukur seberapa besar (seberapa rawan) suatu kegagalan yang terjadi. Untuk mengukur tingkat kerawanan ini digunakan variable kekurangan (*deficit*), DEF_t yang dapat didefinisikan sebagai :

$$DEF_t = \begin{cases} D_t - R_t & \text{jika } R_t < D_t \\ 0 & \text{jika } R_t \geq D_t \end{cases} \quad (2-20)$$

Dimana :

- DEF_t = kekurangan/*deficit* pada periode t (m^3 /bulan)
- D_t = kebutuhan minimum air yang diharapkan pada periode t (m^3 /bulan)
- R_t = debit layanan dari jaringan pipa pada periode t (m^3 /bulan)

Selanjutnya, kinerjakerawanan dapat didefinisikan dengan berbagai penafsiran, diantaranya adalah :

a). Nilai maksimum "deficit"

$$\bullet \quad V_1 = \max_t \{DEF_t\} \quad (2-21)$$

Dimana :

- V_1 = nilai maksimum "deficit" (m^3 /bulan)
- DEF_t = kekurangan/deficit pada periode t (m^3 /bulan)

b). Nilai maksimum "deficit-ratio"

$$\circ \quad V_2 = \max_t \left\{ \frac{DEF_t}{D_t} \right\} \quad (2-22)$$

Dimana :

- V_2 = nilai maksimum "deficit-ratio" (%)
- DEF_t = kekurangan/deficit pada periode t (m^3 /bulan)
- D_t = kebutuhan minimum air yang diharapkan pada periode t (m^3 /bulan)

c). Nilai rerata "deficit-ratio"

$$V_3 = \frac{\sum_{t=1}^n DEF_t}{\sum_{t=1}^n W_t} \quad (2-23)$$

Dimana :

- V_3 = nilai rerata "deficit-ratio" (%)
- n = lama atau jangka waktu pengoperasian (bulan)
- DEF_t = kekurangan/deficit pada periode t (m^3 /bulan)

- D_t = kebutuhan minimum air yang diharapkan pada periode t (m^3 /bulan)
- W_t = masa transisi jaringan pipa dari keadaan “gagal” menjadi keadaan “memuaskan”

2.4. Standar Debit Air Bersih

Kebutuhan air bersih daerah perkotaan pasti meningkat dari periode ke periode sesuai dengan lajunya perkembangan dan tingkat pertambahan penduduk. Menurut Dept Kimpraswil pedoman konsumsi air adalah seperti tercantum pada Tabel 2.2. berikut ini.

Tabel 2.2. Pedoman Konsumsi Air

Kategori Kota	Jumlah Penduduk (orang)	Konsumsi Air (l/orang/hari)
Metropolitan	> 1.000.000	210
Besar	500.000 – 1.000.000	170
Sedang	100.000 – 500.000	150
Kecil	20.000 – 100.000	90

Sumber : Departemen Kimpraswil 1989

Standar debit air bersih untuk kota Semarang dapat ditentukan berdasarkan kategori kota yaitu termasuk kota besar dengan standar konsumsi air minimal 170 liter per orang per hari dengan asumsi rata-rata penghuni per KK adalah 4 orang, sehingga diketahui kebutuhan debit minimum adalah $21 m^3$ per KK per bulan.

Standar tersebut pada saat ini dipakai oleh PDAM Kota Semarang sebagai standar pelayanan kepada pelanggan.

2.5. Standar Tekanan Air

Menurut Departemen Kimpraswil air yang telah diolah pada instalasi pengolahan air pada sistem jaringan air bersih, kemudian dialirkan melalui pipa transmisi dan distribusi adalah untuk dapat melayani konsumen yang terjauh dengan tekanan air minimal sebesar 10 meter kolom air atau sebesar 1 atm.

2.6. Standar Kontinuitas Aliran

Untuk kontinuitas aliran terhadap standar minimal pengaliran air memang belum ada standar yang pasti, tetapi kalau ditinjau dari jam-jam aktifitas konsumen terhadap prioritas pemakaian air, dapat diketahui bahwa pelanggan sangat membutuhkan air paling tidak dengan harapan air mengalir minimal selama 12 jam sehari yaitu pada pukul 06:00 sampai dengan pukul 18:00, sedangkan menurut PDAM pengaliran air dikatakan baik apabila standar minimal 8 jam sehari terpenuhi.

2.7. Debit Air ke pelanggan

Pengumpulan data dilakukan dengan mengadakan pencarian data di PDAM Kota Semarang khususnya PDAM Cabang Semarang Tengah.

Adapun data debit air yang diperlukan adalah data pencatatan debit meter air bulanan berupa data volume pemakaian air bulanan di tingkat pelanggan di

Kompleks Perumahan PJKA Kelurahan Randusari Semarang dengan rentang waktu minimal 1 tahun. Data yang berhasil didapat adalah data volume pemakaian air tahun 2000-2001 dan 2001 – 2002 atau data 2(dua) tahun.

2.7.1. Cara yang digunakan

Data yang diperlukan pada studi ini juga memerlukan data yang didapat dari hasil pencatatan dan penyimpanan data dari PDAM Kota Semarang, DPU Kota Semarang dan Pemerintah Kota Semarang, berupa Debit (meter air) bulanan yang terukur pada tiap-tiap rumah tangga selama minimal 1 tahun (m^3/bln) dan Kualitas air pada sumber air setelah diolah pada instalasi pengolahan air pada musim hujan dan kemarau sesuai dengan waktu pengetesan di lokasi pelanggan.

Prosedur Pengamatan

Rangkuman pelaksanaan kegiatan yang akan dilakukan pada studi kasus di Kompleks Perumahan PJKA Kelurahan Randusari, Kecamatan Semarang Selatan Pemerintah Kota Semarang adalah sebagai berikut :

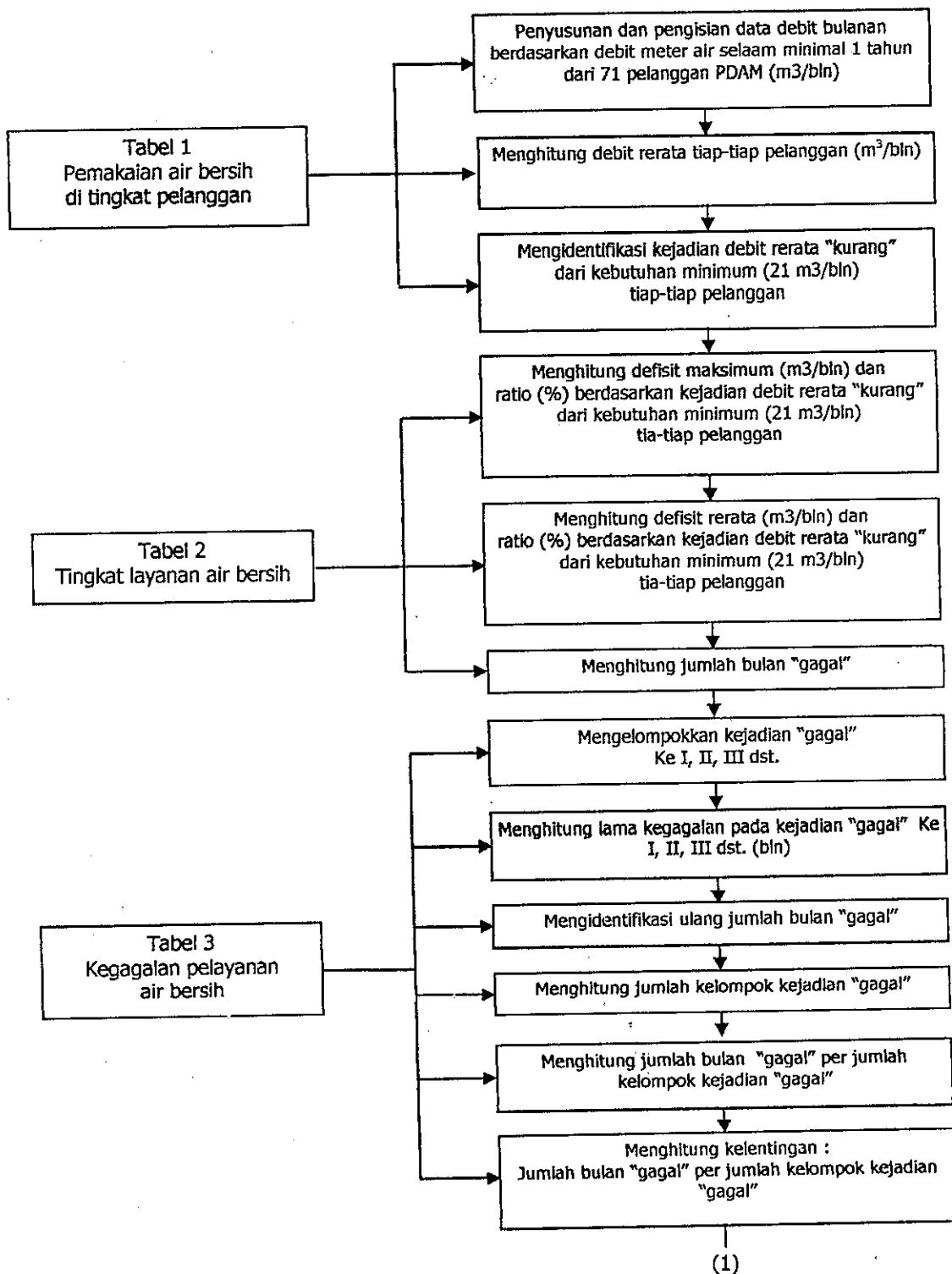
- Melakukan verifikasi terhadap data-data yang sudah diperoleh;
- Melakukan analisa kinerja(*performance*) layanan jaringan air bersih berdasarkan data debit bulanan pada tiap-tiap rumah tangga selama minimal 1 tahun, untuk mengetahui Keandalan (*reliability*), Kelentingan (*resiliency*), serta Kerawanan (*vulnerability*) jaringan tersebut. Tingkat layanan air pada pelanggan diidentifikasi berdasarkan debit aliran yang

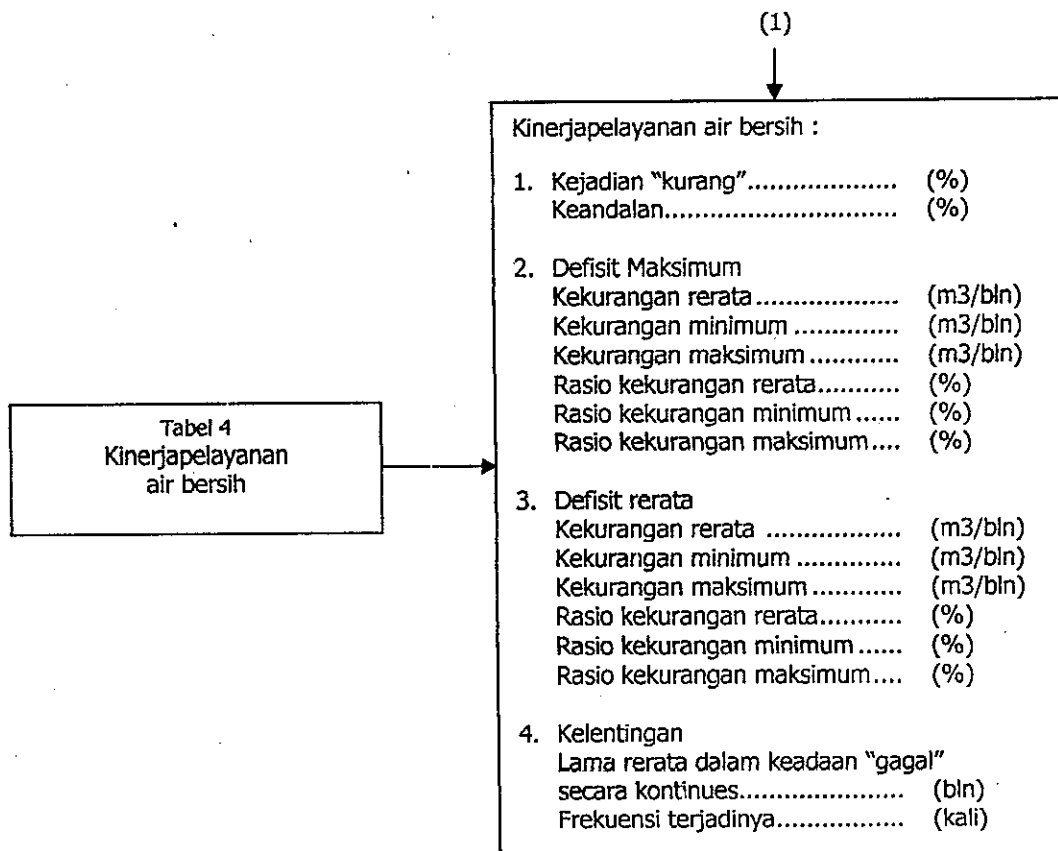
sampai ke pelanggan dengan asumsi air yang tercatat di meter air tiap-tiap pelanggan mencerminkan kemampuan layanan jaringan PDAM;

- Melakukan analisa kinerja pelayanan jaringan air bersih berdasarkan data debit air (volume pemakaian air oleh pelanggan) sebagai parameter untuk mendapatkan hasil analisa kinerja pelayanan jaringan air bersih.

2.7.2. Analisa Data

Analisa data dilaksanakan setelah data yang dibutuhkan sudah lengkap untuk kemudian dianalisa hasilnya. Tetapi perlu dipertimbangkan juga kondisi dan hambatan yang dialami pada waktu pengukuran / *survei* di lapangan, sehingga diperoleh data yang benar-benar valid dan hasil analisa yang maksimal serta menggambarkan kondisi yang sebenarnya. Untuk sistem analisa pelayanan jaringan air bersih di perkotaan khususnya di Kompleks perumahan dinas PJK A Jl. Dr. Karyadi, Jl. Veteran, Jl. Yogya, Jl. Solo, Jl. Kedungjati dan Jl. Gundih Kel. Randusari , Kecamatan Semarang Selatan dapat dilihat pada skema berikut ini :





**Gambar 2.2. Skema Analisis Kinerja
Pelayanan Jaringan Air Bersih**

2.8. Tekanan Air pada Jaringan Distribusi

Secara prinsip perencanaan untuk memakai tekanan statis maximum yang masih dalam batas yang disyaratkan, sedangkan tekanan dinamis minimum diatur pada tekanan 1.0 s/d 2,0 kg/cm² (sekitar 10 mka) dan sistem distribusinya di desain dengan sisa tekan melebihi 22 mka.

2.9. Pengaruh Pertambahan Umur Pipa

Semakin bertambah umur pipa semakin berkurang kemampuannya untuk melewati debit karena adanya kerak atau kotoran pada permukaan dalam pipa, yang akan memperbesar koefisien gesekan (f). Kecepatan timbulnya kerak atau kotoran tergantung pada unsur-unsur kimia yang terkandung dalam air dan bahan pipa. Oleh karena itu dalam merencanakan Saluran pipa harus diperhatikan keadaan setelah beberapa tahun pipa tersebut melakukan fungsinya.

Menurut Colebrook dan White bahwa kekasaran pipa bertambah secara linier dengan umumnya dan ditunjukkan dengan rumus :

$$K_t = K_0 + \alpha t \dots\dots\dots(2.25)$$

Dimana :

K_t = kekasaran pipa setelah t tahun

K_0 = kekasaran pipa baru

α = Pertambahan kekasaran tiap tahun, antara 0,0006 sampai 0,002 m / Th.

BAB III

METODOLOGI

3.1. Umum

Penelitian dilakukan di Komplek Perumahan Dinas PJK/PT KAI di Kelurahan Randusari Semarang dengan menggunakan data yang di dapat dari PDAM Kota Semarang (data skunder) dan data lapangan (data primer) serta data-data dari instansi terkait lainnya

Pengambilan sampel data primer diambil sebanyak 6 (enam) lokasi rumah pelanggan yang menggunakan jaringan air bersih PDAM, juga dipakai untuk pengumpulan beberapa data penunjang yang difokuskan pada pelanggan air bersih PDAM sebanyak 71 (Tujuh puluh satu) total pelanggan.

3.2 Pengumpulan Data

Data yang digunakan untuk penelitian ini adalah berupa data primer dan data sekunder.

3.2.1. Data primer

Data yang didapat dari hasil survei di lapangan meliputi

a. Data Debit

Data debit ini dibagi menjadi 2 macam data yaitu:

1). Data Debit primer:

- Data meter air pelanggan yang diamati setiap jam selama 17 jam per harinya dalam kurun waktu 1 minggu data debit yang di amati dari meter

sebanyak 17 kali pencatatan dan dilakukan setiap jam, dimulai pukul 06.00 s/d pukul 22.00 malam.

- Data ini untuk mengetahui faktor rasio jam-jaman yaitu antara debit maksimum jam jaman dalam 1 harinya dengan debit rata-rata distribusi jam jaman
- Data ini untuk mengetahui kebutuhan standar dalam 1 pelanggan ,di mana jumlah kebutuhan air ini berdasarkan kebutuhan standart DPU yaitu untuk 1 orang membutuhkan sebesar 170 lt/org/hari. Sampel yang dipakai adalah lokasi rumah tinggal.

b. Tekanan Air

Pengukuran tekanan air pada pelanggan dengan menggunakan alat *manometer*. Pengukuran tekanan di lakukan pada sampel yang sama dan waktu yang sama dengan pembacaan debit pada meteran, yaitu setiap jam diamati sebanyak 17 kali dan dalam kurun waktu 1 minggu.

Sampel / titik survey diambil sebanyak 6 (enam) pelanggan dengan penyebaran sampel yang merata. Pengambilan sampel sebanyak 6 (enam) titik ini diambil kira-kira sebesar 10 % dari jumlah total pelanggan di lokasi penelitian.

c. Kontinuitas Aliran.

Distribusi jam jaman aliran air dipelanggan di ambil 6 (enam) titik survey pelanggan, tempat sample sama dengan pembacaan meter air dan pengukuran tekanan. Pengukuran dilakukan selama 1 minggu pada 17 kali

pengamatan perharinya sama dengan pembacaan debit dari meter air dan pengukuran tekanan.

Kesemuanya pengambilan data tersebut dalam 1 hari pengukuran dilakukan selama 17 jam atau 17 kali pencatatan yaitu mulai pukul 06.00 sampai dengan 22.00 dan pengamatan yang dilakukan adalah mengenai aliran air apakah kontinyu atau mati / mengalir atau tidak mengalir serta lamanya pengaliran.

3.2.2. Data Sekunder.

Data skunder ini didapat dari pencatatan dan penyimpanan data dari PDAM Kota Semarang yaitu berupa :

1. Data Topografi

- Peta lokasi skala 1 : 1.000.
- Luas d
- Daerah layanan.

2. Data Jaringan.

- Gambar konfigurasi jaringan dan utilasinya.
- Karakteristik jaringan (panjang pipa, diameter pipa, jenis bahan pipa kekasaran pipa dan spesifikasinya yang dipakai).
- Interkoneksi jaringan.
- Aksesoris jaringan (pompa , booster pump, PRV/Pressure Reducting Valve PSV/Pressure Sustaining Valve dan cek valve).

3. Data debit kebutuhan pelanggan

Merupakan data kebutuhan akan pelayanan air pelanggan yang terukur dari tiap-tiap rumah setiap bulan-nya selama minimum 1 tahun, dan pada tesis ini dapat dikumpulkan data Hasil Pembacaan Meter / HPM pelanggan selama kurun waktu 2 (dua) tahun

3.3 Prosedur Penelitian

Adapun prosedur penelitian sebagai berikut:

1. Pengumpulan data-data yang diperlukan seperti :data topografi,data jaringan data inflow, data debit,data tekanan air, komposisi pemakai air,data pipa dan sebagainya.
2. Pengelompokan dan pengecekan data diatas yang diperlukan.
3. Melakukan analisis kinerja(Performance) layanan jaringan air bersih PDAM berdasarkan data debit bulanan pada tiap tiap rumah tangga selama minimal 1 (satu) tahun, untuk mengetahui keandalan (reability), kelentingan (reciliency) serta kerawanan (vulnerability) dari jaringan air tersebut. Tingkat layanan air pada Pelanggan di-identifikasi berdasarkan Debit aliran yang sampai ke Pelanggan dengan asumsi Air yang tercatat di meter air setiap pelanggan mencerminkan kemampuan layanan jaringan PDAM di lokasi penelitian tersebut.
4. Dari data survei yaitu pencatatan langsung debit selama 17 jam dari meteran pelanggan selama seminggu. Dari data tersebut kemudian dicari Q rata-rata / normal, Q puncak, Qminimum kemudian dari hasil tersebut

dapat diketahui berapa ratio antara Q maksimum atau Q puncak dengan Q rata-rata jam jaman yang diambil dari Q suplai maksimum harian.

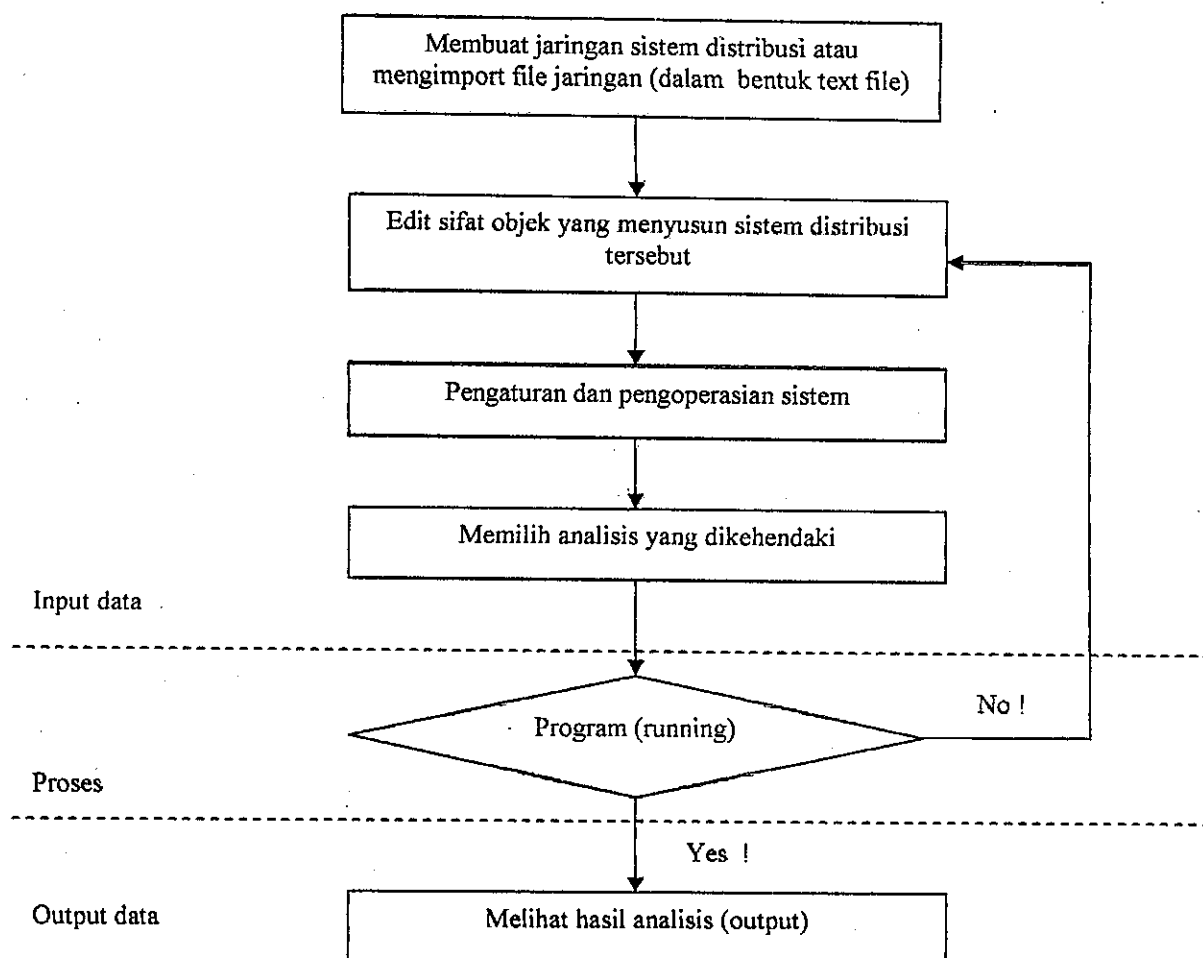
5. Dari ratio ini dipakai untuk menghitung debit puncak/maksimum dalam 1 jam yaitu dari data sekunder bulanan menjadi data debit setiap jam.
6. Disamping itu dari data pelanggan bulanan tersebut di dapat Q normal (Q rata-rata), Q minimum dan Q maksimum, kemudian masing-masing harga Q disimulasi dengan program "EPA Net versi 2,00".
7. Untuk debit kebutuhan standart jam jam-an dapat diambil dari kebutuhan standar perorangan dikalikan dengan jumlah orang dalam satu keluarga dikalikan dengan faktor rasio diatas.
8. Kemudian dilakukan "simulasi pengoperasian jaringan air bersih" dengan menggunakan program " EPA Net 2,00" berdasarkan kondisi konfigurasi jaringan dan topografi dari point diatas (kebutuhan standart dan kebutuhan riil-nya), baik skunder maupun primer yang kemudian hasil dari kedua simulasi tersebut dibandingkan untuk analisis.

Data masukan dibagi menjadi :

- Table pipa,
- Tabel Node,
- Table Inflow,
- Tabel Boster Pump,
- Tabel PRV ,
- Tabel PSV.
- Tabel Check Valve
- dan Tabel Pump (Pompa)

3.4. Program Epanet -2.00

Metode yang dipergunakan dalam analisis pendistribusian air bersih yaitu dengan memakai program *EPANET versi 2.0*. Program tersebut merupakan program komputer (EPA - Software) dengan tampilan Windows yang dapat melakukan simulasi periode tunggal atau majemuk dari perilaku hidrolis dan kualitas air pada jaringan pipa bertekanan. Dengan analisis simulasi yaitu melacak aliran air (flow) pada pipa, tekanan (pressure) di setiap titik (node), kedalaman (height) air dalam tangki serta konsentrasi bahan kimia dalam sistem distribusi penyediaan air bersih maupun air minum.

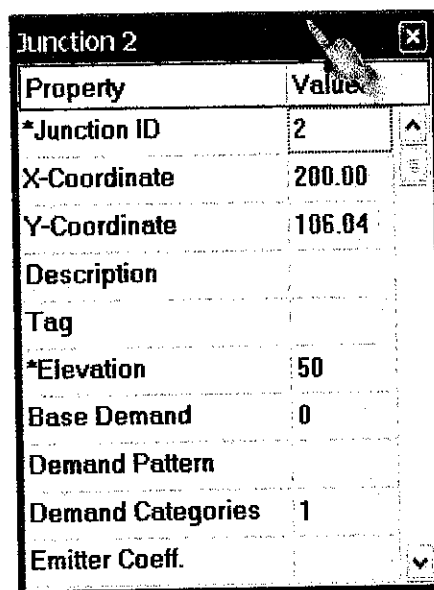


Gambar 3.1. Bagan alir analisis program Epanet, 2.00

Dengan penjelasannya tiap bagian (input, process dan output) yaitu :

Membuat jaringan distribusi atau mengimpor file jaringan (dalam bentuk text file) Maksudnya adalah dalam tampilan windows EPANET dapat dibuat skema jaringan pendistribusian yang dikehendaki maupun dapat dilakukan dengan mengambil jaringan yang sudah ada (tersimpan dalam format / program lain) misalnya Computer Aided Drawing (CAD) atau Geography Information Sistem (GIS).

Mengedit sifat objek atau komponet fisik yang terlihat dalam sistem distribusi. Yang dimaksud komponen fisik dalam sistem distribusi diantaranya : Junctions adalah titik-titik yang merupakan tempat penyambungan antar links (pipa, pompa dan katup) sekaligus penanda masuk maupun keluarnya air dalam jaringan distribusi dengan format input pada junctions seperti terlihat pada Gambar 3.2.



Property	Value
*Junction ID	2
X-Coordinate	200.00
Y-Coordinate	106.04
Description	
Tag	
*Elevation	50
Base Demand	0
Demand Pattern	
Demand Categories	1
Emitter Coeff.	

Gambar 3.2. Junction Editor

Mengenai keterangan istilah (property) pada kotak input di atas dijelaskan pada

Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Junction's property

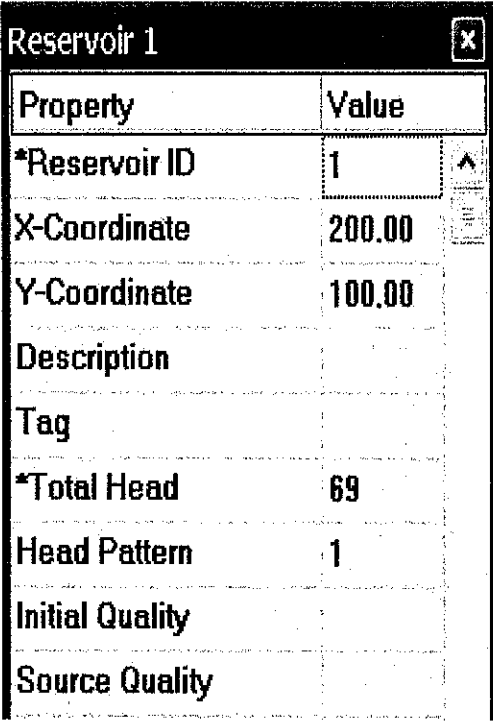
Property	Penjelasan
Identitas junction/node (ID)	Label penanda junction. Yang pada program dibatasi hingga 15 bilangan atau karakter serta tidak diperbolehkan memiliki identitas yang sama antar node satu dengan yang lainnya.
X-Koordinat	Lokasi dalam arah horizontal pada peta / network (satuan jarak).
Y-Koordinat	Lokasi dalam arah vertikal pada peta / network (satuan jarak).
Deskripsi	Keterangan tambahan yang diperlukan.
Tag	Keterangan tambahan dipakai untuk menandai node sebagai kategori tertentu, misalnya sebagai kawasan tekanan tertentu
Elevasi	Ketinggian dalam kaki atau meter diukur dari datum tertentu (biasanya MSL)
Kebutuhan dasar	Kebutuhan nominal atau rata-rata air yang diambil dinyatakan dalam satuan debit
Pola Kebutuhan	Label Pola waktu dipakai untuk mengetahui keragaman kebutuhan air.
Kategori kebutuhan	Untuk menandai termasuk dalam kebutuhan domestik atau non domestik dari kebutuhan yang dimasukkan dalam input tersebut
Emitter Coefficient	Koefisien debit pada emmiter (sprinkler atau nozzle) dalam node
Sumber kualitas	Kualitas air yang memasuki jaringan distribusi.

Sumber : Epanet user Manual, 2000

Reservoir merupakan titik yang mewakili sumber luar tak hingga atau cekungan air dalam jaringan distribusi misalnya danau, sungai dan akuifer air tanah. Dengan format input properti dari reservoir terdapat pada Gambar 3.3. serta

Tabel 3.2.

tanah. Dengan format input properti dari reservoir terdapat pada Gambar 3.3. serta Tabel 3.2.



The image shows a software window titled "Reservoir 1" with a close button (X) in the top right corner. Inside the window is a table with two columns: "Property" and "Value". The table contains the following entries:

Property	Value
*Reservoir ID	1
X-Coordinate	200.00
Y-Coordinate	100.00
Description	
Tag	
*Total Head	69
Head Pattern	1
Initial Quality	
Source Quality	

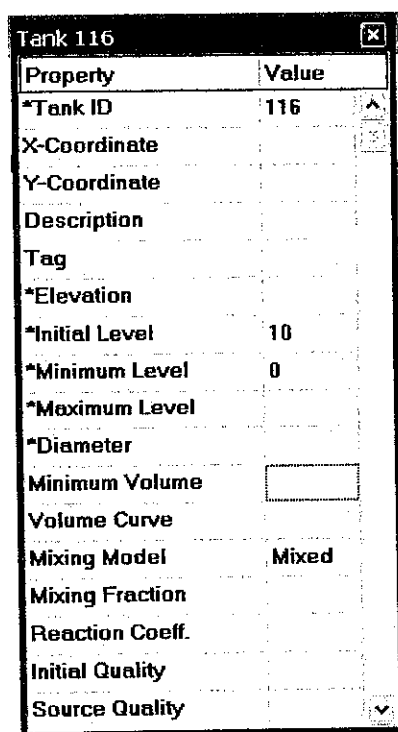
Gambar 3.3. Reservoir Editor

Tabel 3.2. *Reservoir's property*

Property	Penjelasan
Identitas <i>reservoir</i> (ID)	Label penanda <i>reservoir</i> . Yang pada program dibatasi hingga 15 bilangan atau karakter serta tidak diperbolehkan memiliki identitas yang sama antar node satu dengan yang lainnya.
X-Koordinat	Lokasi dalam arah horizontal pada peta / network (satuan jarak).
Y-Koordinat	Lokasi dalam arah vertikal pada peta / network (satuan jarak).
Deskripsi	Keterangan tambahan yang diperlukan.
Tag	Keterangan tambahan dipakai untuk menandai node sebagai kategori tertentu, misalnya sebagai kawasan tekanan tertentu
<i>Total head</i>	Titik hidrolik (elevasi + tinggi tekan) air pada reservoir yang dinyatakan dalam satuan panjang/ketinggian
<i>Head patern</i>	Label pola waktu yang digunakan untuk memodelkan head pada reservoir
Kualitas awal	Tingkat kualitas air pada node saat periode simulasi dimulai
Sumber kualitas	Kualitas air yang memasuki jaringan distribusi.

Sumber : *Epanet User Manual, 2000*

Tank merupakan node dengan kapasitas tampungan yang dapat beragam selama waktu simulasi (running). Dengan tampilan / format inputnya pada Gambar 3.4 serta penjelasan mengenai properti pada Tabel 3.3.



Property	Value
*Tank ID	116
X-Coordinate	
Y-Coordinate	
Description	
Tag	
*Elevation	
*Initial Level	10
*Minimum Level	0
*Maximum Level	
*Diameter	
Minimum Volume	
Volume Curve	
Mixing Model	Mixed
Mixing Fraction	
Reaction Coeff.	
Initial Quality	
Source Quality	

Gambar 3.4. *Tank Editor*

Tabel 3.3. Tank's property

Property	Penjelasan
Identitas <i>tank</i> (ID)	Label penanda <i>tank</i> . Yang pada program dibatasi hingga 15 bilangan atau karakter serta tidak diperbolehkan memiliki identitas yang sama antar node satu dengan yang lainnya.
X-Koordinat	Lokasi dalam arah horizontal pada peta / network (satuan jarak).
Y-Koordinat	Lokasi dalam arah vertikal pada peta / network (satuan jarak).
Deskripsi	Keterangan tambahan yang diperlukan.
Tag	Keterangan tambahan dipakai untuk menandai node sebagai kategori tertentu, misalnya sebagai kawasan tekanan tertentu
Elevasi	Ketinggian dalam kaki atau meter diukur dari datum tertentu (biasanya MSL)
<i>Initial level</i>	Kedalaman air (satuan panjang) di atas dasar <i>tank</i> saat awal simulasi
<i>Minimum level</i>	Kedalaman minimum (satuan panjang) air di atas dasar tank
<i>Maximum level</i>	Kedalaman maximum (satuan panjang) air di atas dasar tank
Diameter	Diameter tank (satuan panjang)
Volume maximum	Volume saat kedalaman air pada kondisi muka air tertinggi atau <i>maximum water level</i> (satuan panjang)
Kurva volume	Label untuk menyatakan hubungan volume tank dan kedalaman air
<i>Mixing model</i>	Jenis pencampuran mutu air yang terjadi pada <i>tank</i>
Pemisahan campuran	Pemisahan volume total <i>tank</i> yang terdiri dari ruang inlet-outlet pada pilihan <i>mixing</i> model bila ditentukan <i>two-compartment</i>
Koefisien reaksi	Koefisien reaksi terpenting dalam <i>tank</i>
Kualitas awal	Tingkat kualitas air pada node saat periode simulasi dimulai
Sumber kualitas	Kualitas air yang memasuki jaringan distribusi.

Sumber : Epanet User Manual, 2000

Pipa merupakan penghubung ang membawa air dari titik ke titik lainnya dalam jaringan distribusi. Mengenai format input serta penjelasannya pada Gambar 3.5. dan Tabel 3.4.

Pipe 2

Property	Value
*Pipe ID	2
*Start Node	2
*End Node	3
Description	
Tag	
*Length	112.50
*Diameter	500
*Roughness	100
Loss Coeff.	0
Initial Status	Open
Bulk Coeff.	
Wall Coeff.	

Gambar 3.5. *Editor Pipe's Property*

Property	Value
*Pump ID	135
*Start Node	131
*End Node	130
Description	
Tag	
Pump Curve	
Power	
Speed	
Pattern	
Initial Status	Open
Effic. Curve	
Energy Price	
Price Pattern	

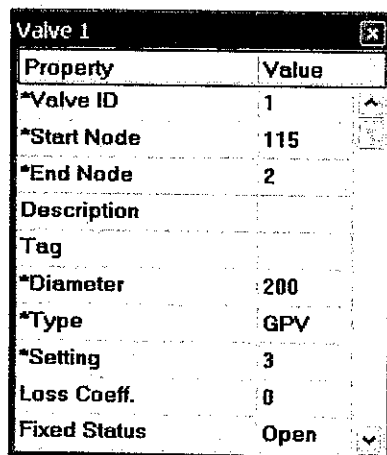
Gambar 3.6. Pump's property

Tabel 3.5. Pump's property

Property	Penjelasan
Identitas pompa (ID)	Label penanda pompa. Yang pada program dibatasi hingga 15 bilangan atau karakter serta tidak diperbolehkan memiliki identitas yang sama antar node satu dengan yang lainnya.
Ujung awal	ID <i>node</i> dimana pipa berawal
Ujung akhir	ID <i>node</i> dimana pipa berakhir
Deskripsi	Keterangan tambahan yang diperlukan.
Tag	Keterangan tambahan dipakai untuk menandai node sebagai kategori tertentu, misalnya sebagai kawasan tekanan tertentu
Kurva pompa	Label yang menyatakan hubungan antara <i>head</i> (satuan panjang) dengan <i>flow</i> (satuan debit)
Daya	Daya yang dapat disediakan oleh pompa (satuan daya hp/kw)
Kecepatan	Pengaturan kecepatan relatif pada pompa
Keadaan awal	Menentukan apakah pompa pada kondisi terbuka, tertutup saat awal simulasi
<i>Energy price</i>	Harga rata-rata energi dalam ruang
<i>Price patern</i>	Label pola waktu (time pattern) dipakai untuk menyatakan keragaman herga energi tiap hari

Sumber : Epanet User Manual, 2000

Katup merupakan penghubung yang membatasi tekanan atau aliran pada titik tertentu dalam jaringan distribusi. Dengan format input serta penjelasannya pada Gambar 3.7. dan Tabel 3.6.



Property	Value
*Valve ID	1
*Start Node	115
*End Node	2
Description	
Tag	
*Diameter	200
*Type	GPV
*Setting	3
Loss Coeff.	0
Fixed Status	Open

Gambar 3.7. Valve Editor

Tabel 3.6. Valve's property

Property	Penjelasan														
Identitas katup (ID)	Label penanda katup. Yang pada program dibatasi hingga 15 bilangan atau karakter serta tidak diperbolehkan memiliki identitas yang sama antar node satu dengan yang lainnya.														
Ujung awal	ID <i>node</i> dimana pipa berawal														
Ujung akhir	ID <i>node</i> dimana pipa berakhir														
Deskripsi	Keterangan tambahan yang diperlukan.														
Tag	Keterangan tambahan dipakai untuk menandai node sebagai kategori tertentu, misalnya sebagai kawasan tekanan tertentu														
Diameter	Ukura diameter katup (satuan panjang)														
Jenis	Jenis katup yang digunakan, didasarkan pada tujuan yang diinginkan (tipe PRV, PSV, PBV, FCV, TCV dan GPV)														
Setting	Parameter setting disesuaikan dengan tipe katup yang dipasang : <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipe</th><th>Setting</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PRV</td><td>tekanan (satuan tekanan/tinggi kolom air)</td></tr> <tr> <td>PSV</td><td>tekanan (satuan tekanan/tinggi kolom air)</td></tr> <tr> <td>PBV</td><td>tekanan (satuan tekanan/tinggi kolom air)</td></tr> <tr> <td>FCV</td><td>debit alir (satuan debit)</td></tr> <tr> <td>TCV</td><td>Koefisien kehilangan energi</td></tr> <tr> <td>GPV</td><td>label kurva kehilangan energi (<i>headloss</i>)</td></tr> </tbody> </table>	Tipe	Setting	PRV	tekanan (satuan tekanan/tinggi kolom air)	PSV	tekanan (satuan tekanan/tinggi kolom air)	PBV	tekanan (satuan tekanan/tinggi kolom air)	FCV	debit alir (satuan debit)	TCV	Koefisien kehilangan energi	GPV	label kurva kehilangan energi (<i>headloss</i>)
Tipe	Setting														
PRV	tekanan (satuan tekanan/tinggi kolom air)														
PSV	tekanan (satuan tekanan/tinggi kolom air)														
PBV	tekanan (satuan tekanan/tinggi kolom air)														
FCV	debit alir (satuan debit)														
TCV	Koefisien kehilangan energi														
GPV	label kurva kehilangan energi (<i>headloss</i>)														
Koefisien kehilangan	Koefisien kehilangan diterapkan ketika katup terbuka penuh														
Fixed status	Keadaan katup saat awal simulasi														

Sumber : Epanet User Manual, 2000

Pengaturan dan pengoperasian sistem lebih ditekankan sebagai editing pada komponen yang tidak nampak dalam sistem (non-visual components), terdiri atas.

Kurve editor ditujukan untuk mengatur bagaimana link (pompa) maupun node bekerja sesuai dengan standar atau keadaan yang dikehendaki. Kurve editor diantaranya hubungan tinggi tekan dengan debit (pump curve), biaya atas

penggunaan energi / hubungan efisiensi dengan debit (*efficiency curve*), hubungan volume dengan kedalaman air (*volume curve*) dan hubungan kehilangan energi dengan debit (*headloss curve*)

Pattern editor ditunjukkan untuk mengatur pola distribusi air bila dilakukan simulasi berjangka (*extended period simulation*) sesuai dengan waktu yang dikehendaki. Controls editor merupakan pengaturan yang dilakukan terhadap node dan links pada saat simulasi terjadi, apakah dikehendaki tertutup, terbuka maupun keadaan lain.

Demand editor ditunjukkan untuk pengaturan kebutuhan sekaligus dilakukan penggolongan kebutuhan tersebut berdasarkan kategori yang ditetapkan saat simulasi berjalan. Source quality editor merupakan pengaturan dengan memasukkan komponen water quality ketika simulasi berjalan. Editor ini dapat diabaikan bilamana ditunjukkan hanya untuk simulasi hidrolik.

Memilih analisis yang diinginkan untuk menjalankan simulasi, diperlukan untuk kesesuaian dengan penggunaan formula, sisten satuan serta karakteristik lain yang dikehendaki, apakah menggunakan formula Hazen-Williams, Darcy-Weisbach atau Chezy-Manning.

Menjalankan program (*running*) dilakukan setelah proses input terjadi, adapun komentar ketika *running* dilakukan diantaranya :

Run was succesfull yang berarti bahwa proses *running* berjalan baik sehingga bisa dilanjutkan dengan mengetahui outputnya

Run was unsuccesfull. See status report for reason yang berarti bahwa proses berhenti dikarenakan beberapa hal namun dapat diketahui kesalahan yang terjadi dengan melihat komentar kesalahan tersebut

Warning message were generated. See status report for reason yang berarti bahwa ada beberapa input yang menyebabkan kegagalan simulasi ketika simulasi sedang berjalan. Kesalahan ini dapat terjadi misalnya karena pompa yang tidak bekerja, jaringan tidak terhubung, adanya tekanan negatif, sistem tidak seimbang serta persamaan hidrolis tidak terpecahkan.

Mengetahui hasil keluaran, tahapan akhir ini dapat diketahui bila proses analisis yang berlangsung berjalan dengan baik (running was succesfull). Adapun hasil keluaran tersebut dapat ditampilkan dalam tabel dan grafik.

3.5. Pemodelan Jaringan Pipa .

Pemodelan jaringan pipa di perlukan sebelum di lakukan simulasi pengoperasian jaringan air bersih dengan "Epanet" dan untuk penelitian ini di lakukan satu pemodelan yaitu

Pemodelan jaringan "pipa makro" dari peta jaringan PDAM Semarang Tengah skala 1 : 5.000) sekaligus pemodelan jaringan "pipa mikro" dari peta jaringan PDAM Semarang tengah di kompleks perumahan dinas PJKA / PT.KAI (skala 1: 5.000), dari peta GIS yang telah digambar dengan Auto CAD. Jadi pemodelan dilakukan secara terpadu antara pemodelan terhadap Jaringan pipa akro dan mikro.

3.5.1. Pemodelan Jaringan Pipa Makro dan Pipa Mikro terpadu

Pemodelan jaringan pipa makro dilakukan dengan meng-identifikasi peta jaringan PDAM Semarang tengah terhadap letak sumber air / reservoir/ tank arah aliran air, pipa distribusi dan pipa pelayanan kepada pelanggan, untuk kemudian dilakukan penomoran berupa :

- Nomor Pipa
- dan Nomor Node.

Penomoran diusahakan urut mulai dari sumber air sampai dengan jaringan pipa pelanggan yang terjauh yang menjadi target pemberian air, dan peng-isolasi-an jaringan pipa makro adalah disesuaikan dengan kondisi existing dilapangan dimana air dari jaringan pipa lain memang tidak berpengaruh karena adanya pemisah an Jaringan oleh katup penutup pada pipa jaringan termaksud.

Untuk mempermudah identifikasi, data jaringan pipa makro dibatasi minimal sampai dengan diameter terkecil dari dia. 200 mm dan pipa-pipa pelayanan lain-nya yang mempunyai diameter lebih kecil dari dia. 75 mm tetap diperhitungkan pengaruhnya terhadap jaringan pipa makro yaitu dengan memasuk-kan kebutuhan air pada pipa-pipa tersebut melalui kebutuhan air terhadap node-node jaringan pipa.

Tujuan utama “Running” dengan program “Epanet” pada jaringan pipa mikro ini adalah untuk mendapatkan data inflow yang men-supplai air ke jaringan pipa mikro di kompleks perumahan dinas PJKA / PT.KAI Kel Randusari Semarang.

Identifikasi data pada jaringan pipa makro dan mikro dilakukan terhadap seluruh jaringan pipa sampai ke-pelanggan, dan tujuan pelaksanaan running dengan program “Epanet” pada jaringan pipa makro ini adalah untuk mendapatkan data debit / inflow dan tekanan air pada masing-masing node dan pipa ke pelanggan.

3.5.2. Hubungan antara Jaringan Pipa makro dan Jaringan pipa mikro

Jaringan pipa makro ke perumahan dinas PJKA Semarang sangatlah erat hubungannya dengan jaringan pipa mikro di komplek perumahan dinas PJKA karena dari hasil running jaringan pipa makro akan di-dapat data “Inflow” ke-jaringan pipa mikro.

Untuk mendapatkan data “inflow” pada simulasi jaringan pipa mikro dilakukan running sebanyak 12 (dua-belas) kali di jaringan pipa mikro dan mikro sekaligus terhadap debit maximum , debit rerata ; debit minimum dan debit standar DPU dengan kondisi sebagai berikut :

Pola bukaan / putaran valve No. 17 yang dipasang di Reservoir Gajahmungkur ada 3 kondisi bukaan / keadaan yaitu :

- Pola bukaan valve / katup sebesar 5 (lima) kali putaran = 5×25 Lps atau memberi kontribusi inflow2 sebesar = 125,00 Lps (kategori sebagai inflow minimum).
- Pola bukaan valve / katup sebesar 10 (sepuluh) kali putaran = 10×25 Lps atau memberi kontribusi inflow2 sebesar = 250,00 Lps (kategori sebagai inflow rerata).

- Pola bukaan valve / katup sebesar 15 (lima belas) kali putaran = 15×25 Lps atau memberi kontribusi inflow2 sebesar = 375,00 Lps (kategori sebagai inflow maximum).

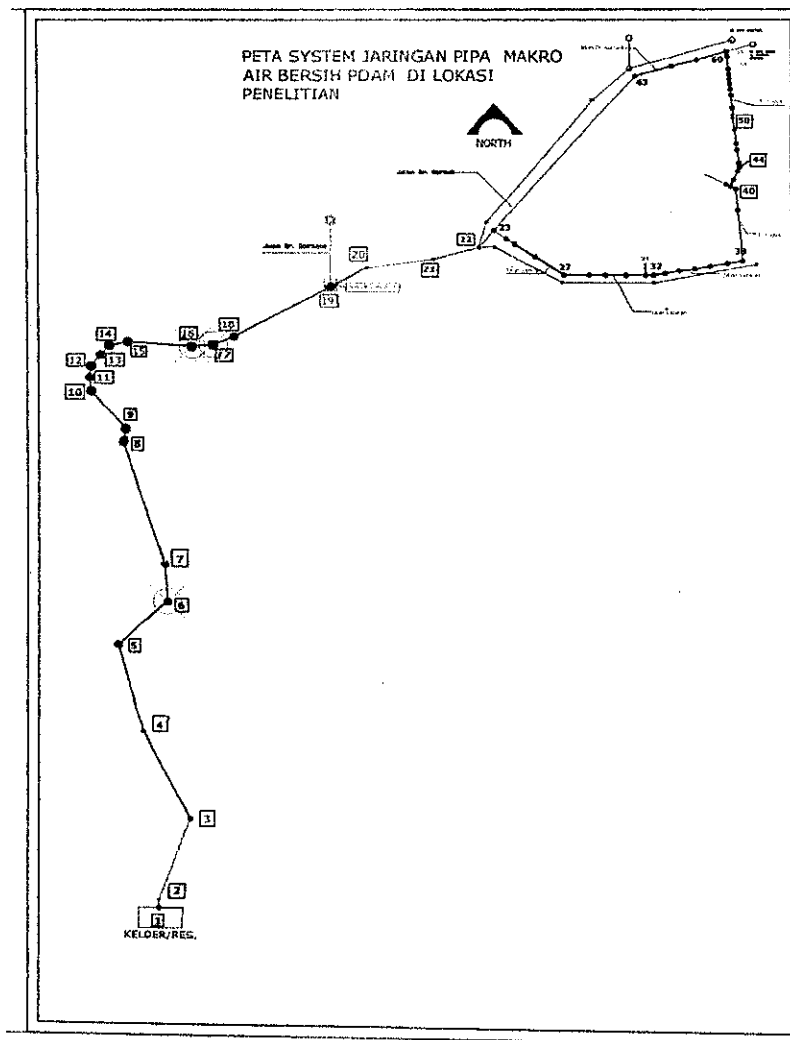
Dengan kondisi bukaan katup seperti tersebut diatas maka dibuat Pola Curve katup yang berbeda dengan sebutan :

- Pola Curve 1 dimana debit inflow adalah minimum 33 % bukaan katup
- Pola Curve 2 dimana debit inflow adalah rerata dan 67% bukaan katup
- Pola Curve 3 dimana debit inflow adalah minimum 100% bukaan katup

Pola curve tersebut terdapat pada jaringan makro tepatnya pada perpipaan diameter 500 mm didekat Reservoir Gajahmungkur yang berupa :

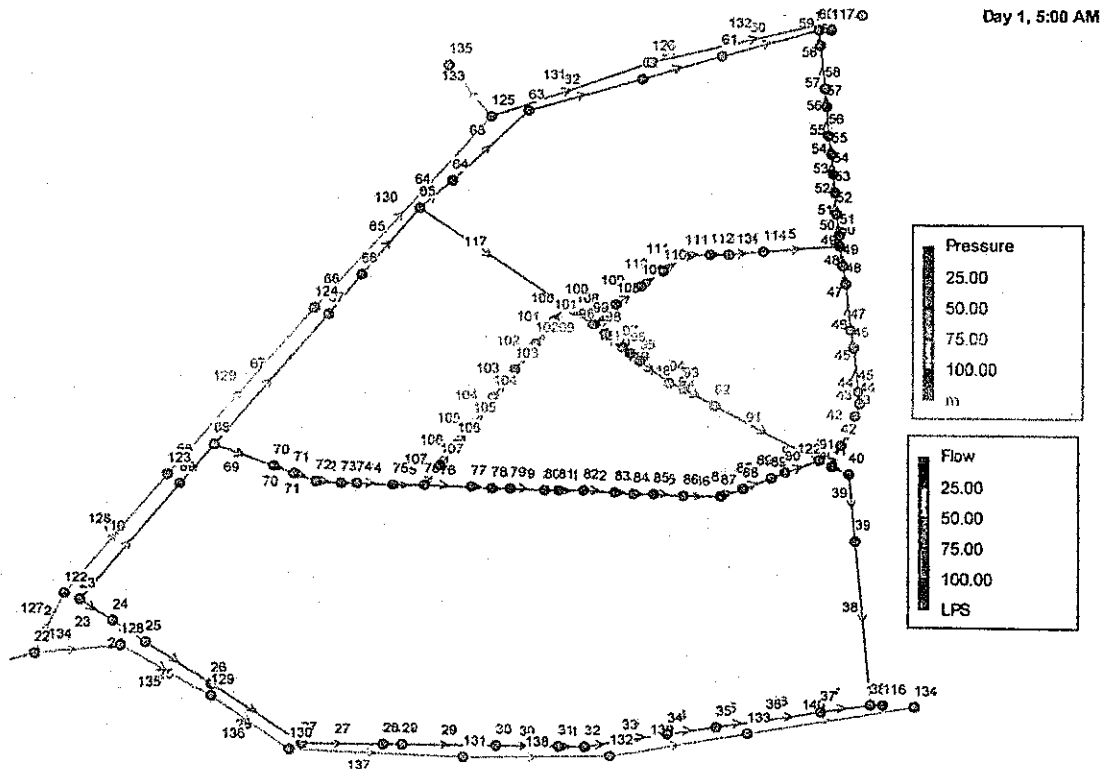
“Hubungan antara “Flow” dan “Head” pada node sumber air ke jaringan pipa makro nya.

Berikut ini disajikan gambar peta ”Jaringan pipa makro sekaligus pipa mikro” dari sumber air di Reservoir Gajahmungkur sampai ke pipa-pipa mikro di lokasi penelitian yaitu di kompleks perumahan dinas PJK A / dilokasi penelitian seperti gambar 3.8.berikut ini (Gambar peta jaringan pipa makro) dan Gambar 3.9. (gambar Jaringan pipa mikro di Pelanggan sebanyak 71 node di Kompleks Perumahan PJK A Semarang)



Gambar 3.8 Peta Jaringan Pipa Makro Dan Mikro

KAJIAN TINGKAT PELAYANAN AIR BERSIH PDAM DI PERKOTAAN



Gambar 3.9.

Gambar Peta Jaringan Pipa Mikro

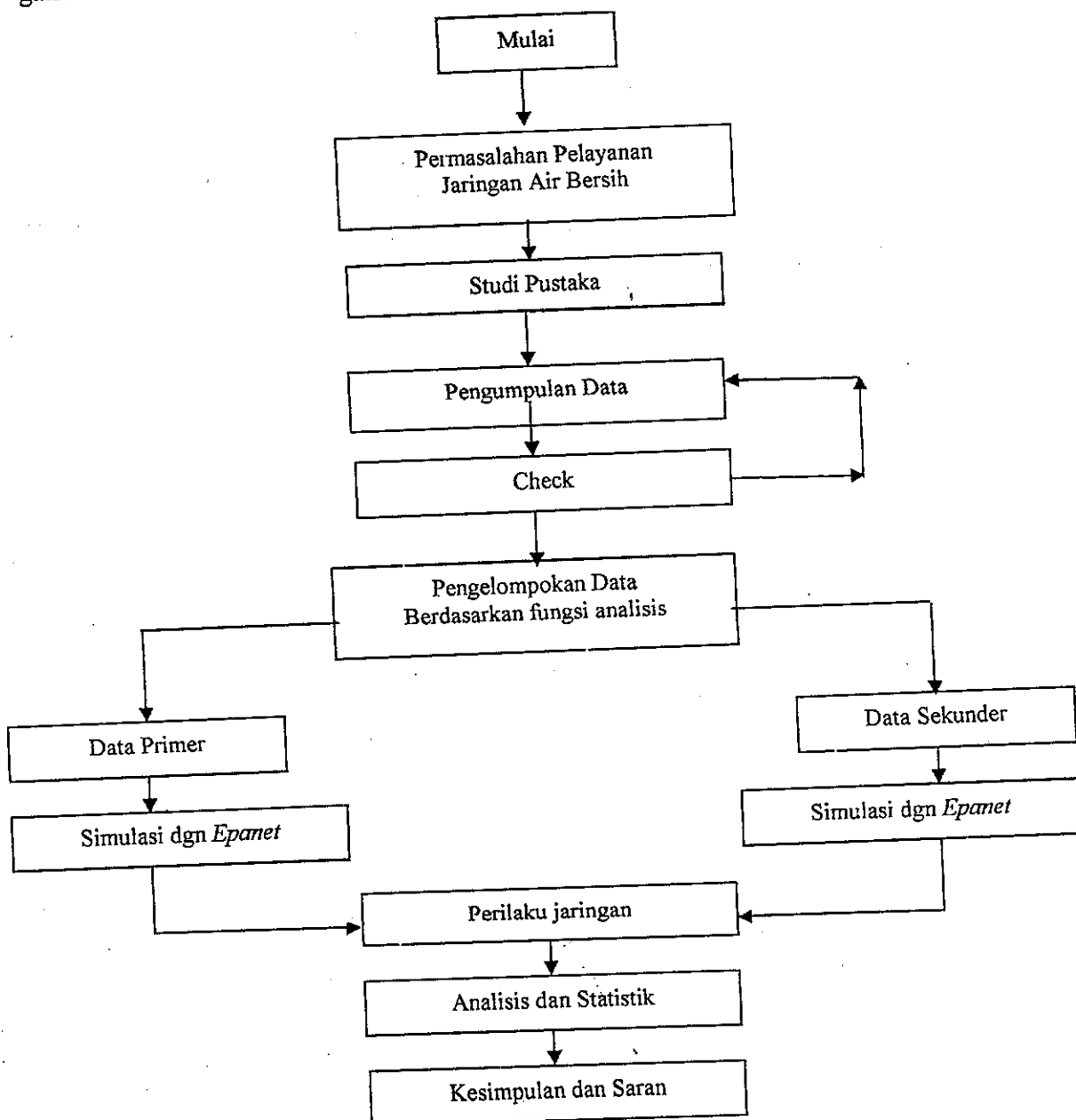
Di komplek Perumahan Dinas PJKA Semarang

3.6. Analisis Data

Analisis data dilaksanakan setelah data yang dibutuhkan sudah lengkap, tetapi perlu dipertimbangkan kondisi dan hambatan yang dialami pada saat pengukuran / survei di lapangan, sehingga diperoleh data yang benar-benar

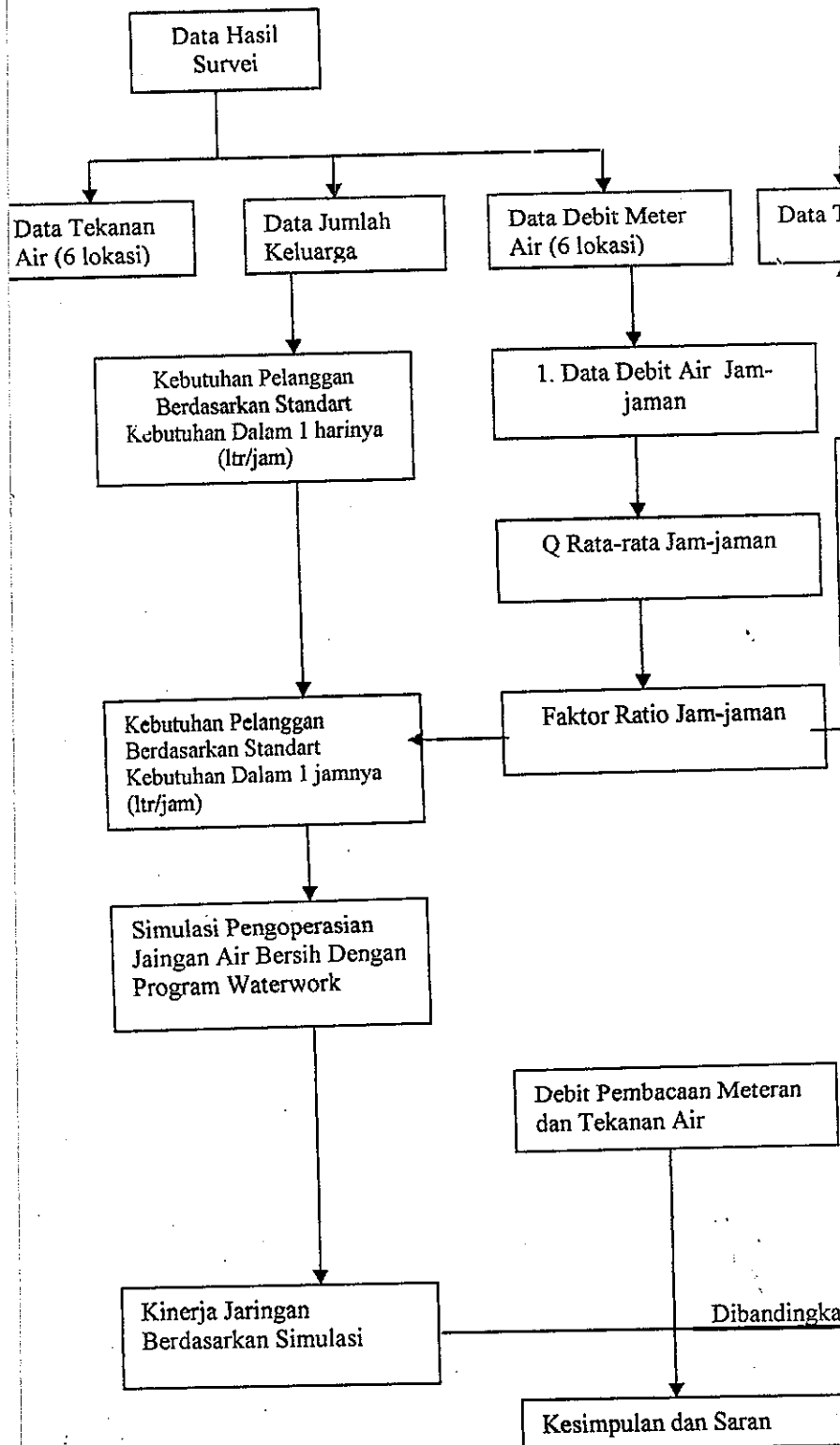
“valid” dan “akurat” dan hasil analisis yang maximum serta menggambarkan kondisi yang sebenarnya / riil.

Untuk sistem analisis pelayanan jaringan air bersih di Perkotaan (komplek perumahan dinas PJKA Semarang) yang dapat kita lihat pada “Bagan Alir” gambar 3.10. berikut :

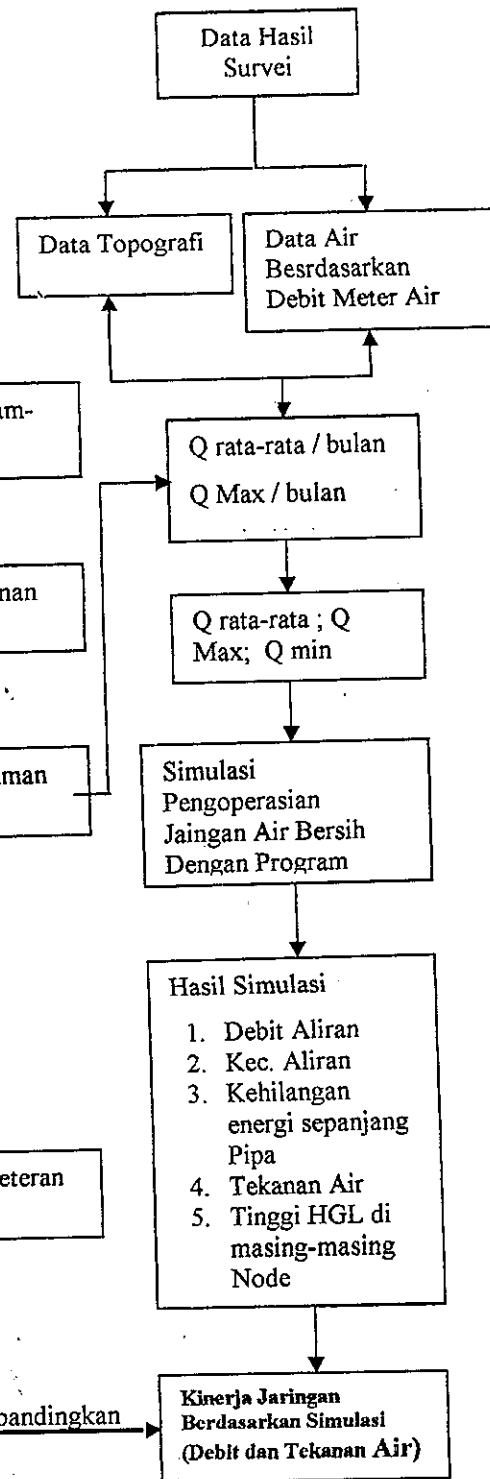


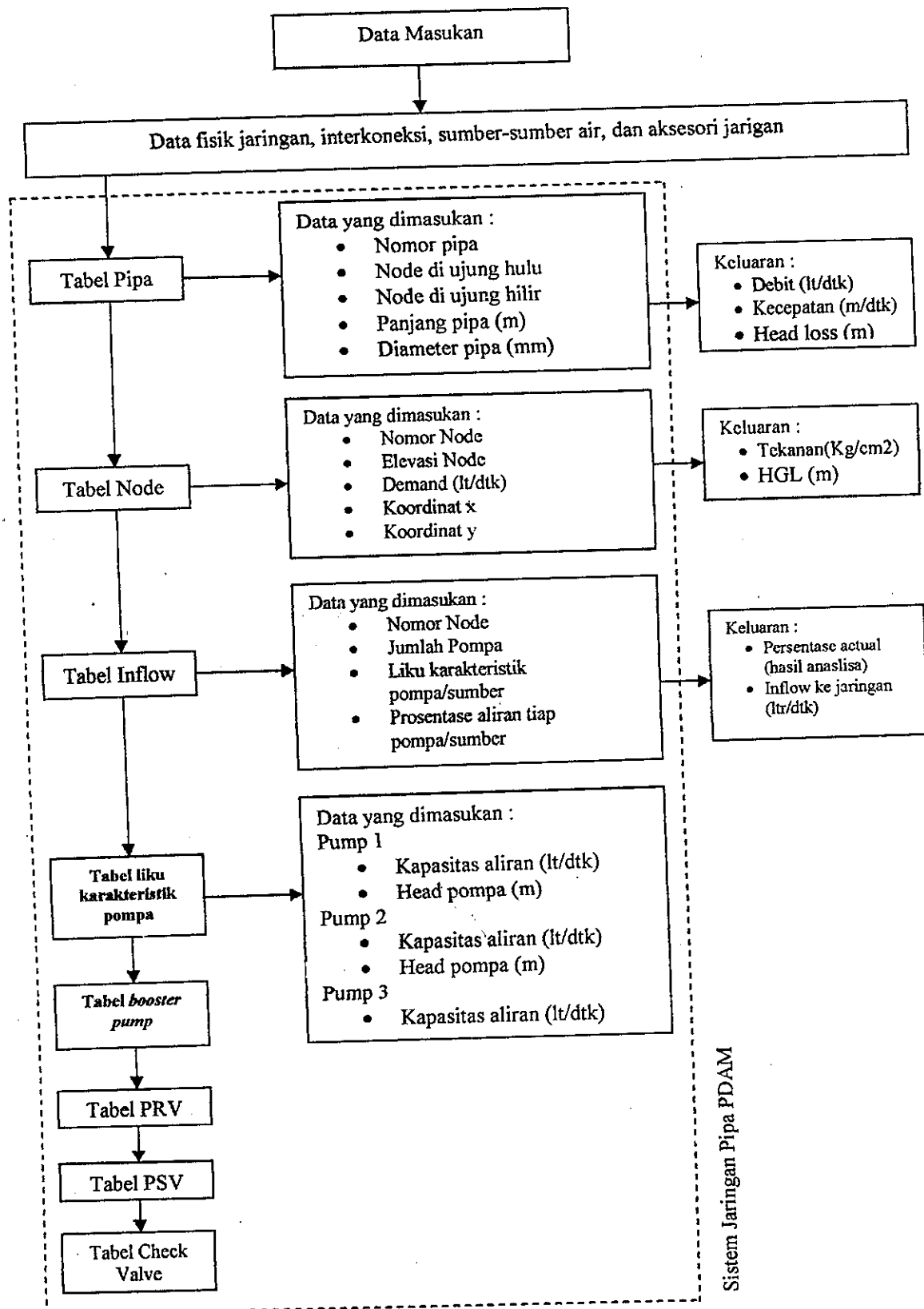
Gambar 3.10. Bagan Alir Sistem Pelayanan

A



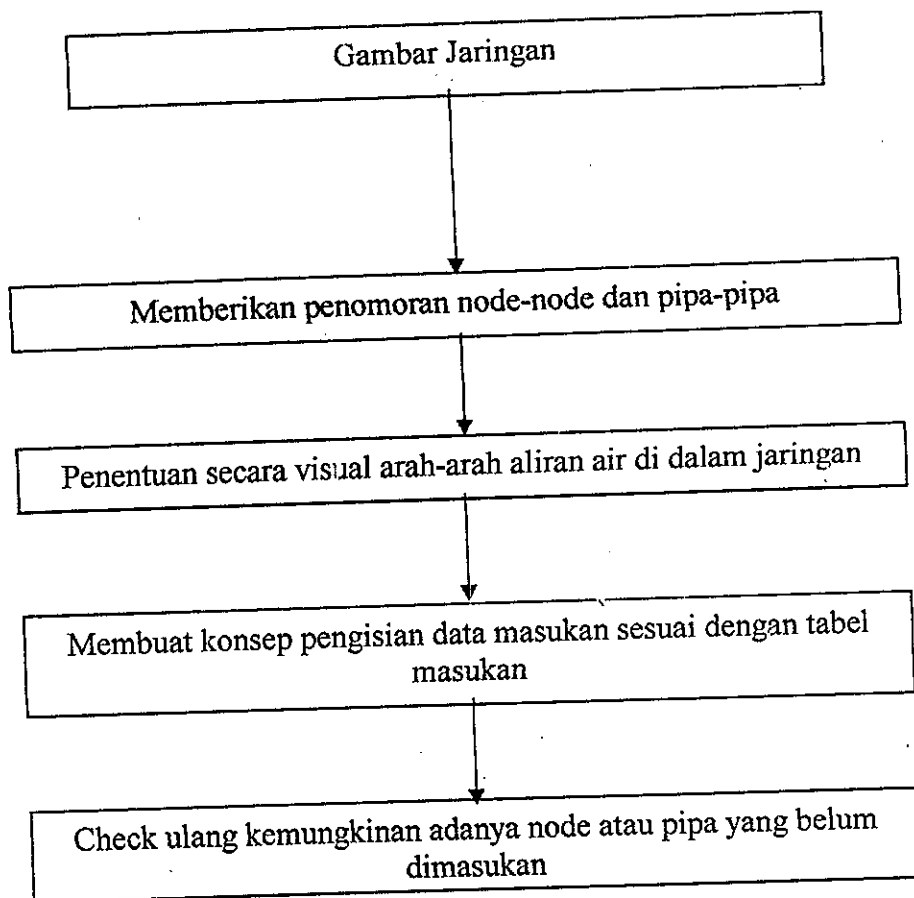
B





Gambar 3.11.

Bagan alir simulasi pengoperasian jaringan air bersih dengan program Epanet



Gambar 3.12.
Langkah-langkah dalam permodelan suatu jaringan.

BAB – IV

PENGUMPULAN DATA DAN PENGOLAHAN DATA

Data yang perlu dikumpulkan dan data yang berhubungan dengan penelitian ini adalah meliputi hal-hal sebagai berikut :

- Kondisi umum Kompleks Perumahan Dinas PJKA / PT.KAI Semarang
- Tekanan air
- Jumlah Orang dalam Keluarga
- Debit Air
- Topografi
- Jaringan
- Inflow

Kondisi Umum Perumahan Dinas PJKA

Sedikit dalam sub ini diuraikan mengenai kondisi dari Perumahan Dinas PJKA / PT.KAI yang merupakan blok perumahan yang dibangun sejak zaman Kolonial Belanda yang merupakan perumahan bagi pegawai-pegawai Perusahaan Kereta Api milik Pemerintah Kolonial Belanda pada waktu. Kompleks perumahan dinas tersebut saat sekarang ini terletak di kelurahan Randusari, Kecamatan Semarang Timur dan masuk dalam Wilayah kerja Cabang PDAM Semarang Tengah, yang menggunakan Air bersih PDAM untuk mencukupi kebutuhan-nya disamping pada saat ini sebagian kecil warga / pelanggan banyak yang membuat sumur dangkal sendiri-sendiri.

Batas wilayah penelitian ini adalah :

- Sebelah utara dan sebelah barat adalah Kompleks Rumah Sakit Umum Dr. Kariadi Semarang.
- Sebelah selatan adalah kantor KPU Propinsi Jawa tengah.
- Sebelah timur adalah kantor DPD Partai Golkar dan Perumahan Hak milik pribadi yang berbatasan dengan jalan Kyai Saleh Semarang.

Adapun jumlah penghuni dari hasil penelitian dilapangan adalah sebagai berikut :

- Rumah yang berada di jalan Veteran sebesar : 12,- Buah rumah, dengan jumlah KK sebesar : 12,- KK dan jumlah penduduk sebesar : 88.Orang.
- Rumah yang berada di jalan dr. Kariadi sebesar : 6 Buah rumah, dengan jumlah KK sebesar : 6,- KK dan jumlah penduduk sebesar : 37Orang.
- Rumah yang berada di jalan Yogya sebesar : 17 Buah rumah, dengan jumlah KK sebesar : 17,- KK dan jumlah penduduk sebesar : 36.Orang.
- Rumah yang berada di jalan Solo sebesar : 12,- Buah rumah, dengan jumlah KK sebesar : 12,- KK dan jumlah penduduk sebesar : 70.Orang.
- Rumah yang berada di jalan Kedungjati sebesar : 18. Buah rumah, dengan jumlah KK sebesar : 18,- KK dan jumlah penduduk sebesar : 106.Orang.
- Rumah yang berada di jalan Gundih sebesar : 6,- Buah rumah, dengan jumlah KK sebesar : 6,- KK dan jumlah penduduk sebesar : 36.Orang.
- Jumlah 6 (enam) Block rumah dinas sebesar : 71 KK dengan jumlah jiwa seluruhnya = 473 Jiwa (orang)

Pekerjaan penghuni didaerah penelitian ini terdiri dari para Pegawai PJKA yang rata-rata hamper seluruhnya telah Purna Karya dengan hak Pensiun penuh

sebagai Pegawai Negeri Sipil dibawah Departemen Perhubungan Sub Direktorat Perhubungan Darat.

Oleh karena Kepala keluarga pada umumnya telah mempunyai anak-anak yang telah berumah tangga, maka kebanyakan rumah dibuat tempat Kost Para mahasiswa Perguruan Tinggi antara lain : Mahasiswa Fakultas Kedokteran Undip, Mahasiswa STIMIK "AKI", Mahasiswa STIMIK "DIAN NUSWANTORO ", Mahasiwa STIKUBANK Semarang, disamping para penghuni yang juga terdiri dari "Wiraswasta" , Pegawai Swasta ; Pelajar dan Pembantu rumah tangga.

Distribusi Air Bersih PDAM di daerah Perumahan dinas PJKA ini mengalir selama 24 (Duapuluh empat) jam setiap harinya bila dalam kondisi Normal. Letak meter air PDAM berada dielevasi kira-kira - 20,00 cm dari permukaan tanah dan Kran air terdekat dengan alat ukur meter air ini setinggi kira-kira 0,50 meter s/d 1,00 meter dari muka tanah halaman rata-rata.

Penempatan titik-titik survei (Lokasi titik survei) diambil dengan pendekatan bahwa Perumahan Dinas yang menghadap nama Jalan Kompleks diwakili oleh 1 (satu) titik Pelanggan PDAM, dengan maksud agar penyebaran lokasi titik survei / sample merata di semua jalan-jalan yang berada di Komplek Perumahan dinas PJKA tersebut dan rinciannya sebagai berikut :

Titik survei # 1 , di blok Jalan Veteran Semarang

- Diwakili oleh Pelanggan No. 02.48.0106
- Nama : Jaswadi
- Alamat: Jl. Veteran No. 18.A Semarang
- Node : 31

Titik survei # 2 di blok Jalan Yogya Semarang

- Diwakili oleh Pelanggan No. 02.48. 0034
- Nama : Su w a r t o
- Alamat: Jl. Yogya No. 4 – Semarang
- Node : 58

Titik survei # 3 di blok Jalan dr. Kariadi Semarang

- Diwakili oleh Pelanggan No. 02.48.0013
- Nama : R. R o e h a n i
- Alamat: Jl. Dr. Kariadi No. 84 Semarang
- Node : 64

Titik survei # 4 di blok Jalan Kedungjati - Semarang

- Diwakili oleh Pelanggan No. 02.48.0052
- Nama : Ex Gudang PJKA difungsikan Rumah Tinggal
- Alamat: Jl. Kedungjati No. 05 - Semarang
- Node : 71

Titik survei # 5 di blok Jalan Gundih Semarang

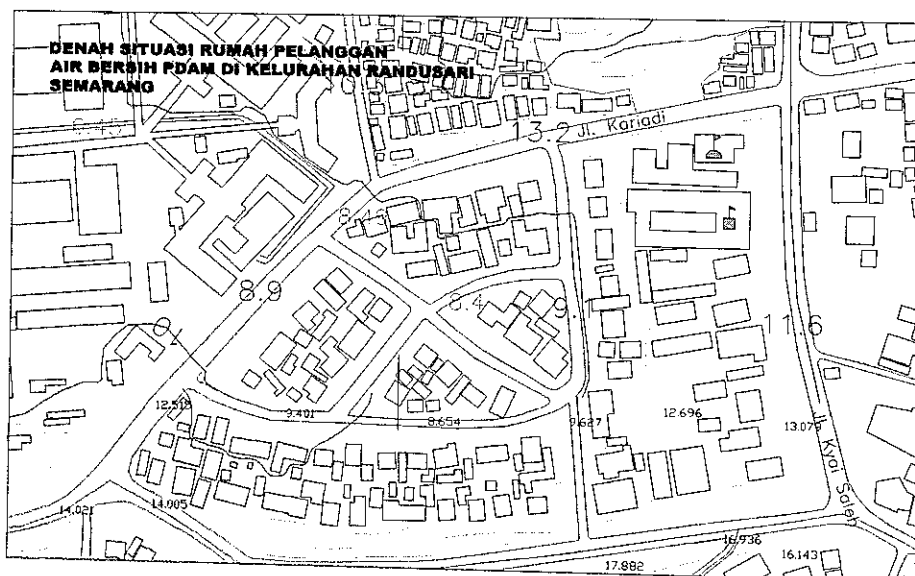
- Diwakili oleh Pelanggan No. 02.48.0027
- Nama : RM. Suryaningrat
- Alamat: Jl. Gundih No. 03 - Semarang
- Node : 92

Titik survei # 6 di blok Jalan Solo - Semarang

- Diwakili oleh Pelanggan No. 02.48.0175
- Nama : Stefanus Nicolaus Hendry
- Alamat: Jl. Solo No. 11.A – Semarang
- Node : 102

Total titik survei yang diambil untuk sampel = 6 (enam) titik survei

Adapun lokasi survei (sampling) yang dilaksanakan sehubungan dengan penelitian di kompleks Perumahan Dinas PJKa Semarang tersebut dapat dilihat pada gambar 4.1. berikut ini :



Gambar 4.1.
Denah Situasi Lokasi Penelitian
Di kompleks Perumahan Dinas PJKa / PT. KAI
Kel. Randusari, Kec. Semarang Timur

Tekanan Air

Pengumpulan data dilakukan dengan mengadakan pengukuran langsung besar tekanan air sejumlah 6 (enam) titik survei pada "kran-kran" milik PDAM yang masuk ke Kavling Pelanggan /Penghuni.

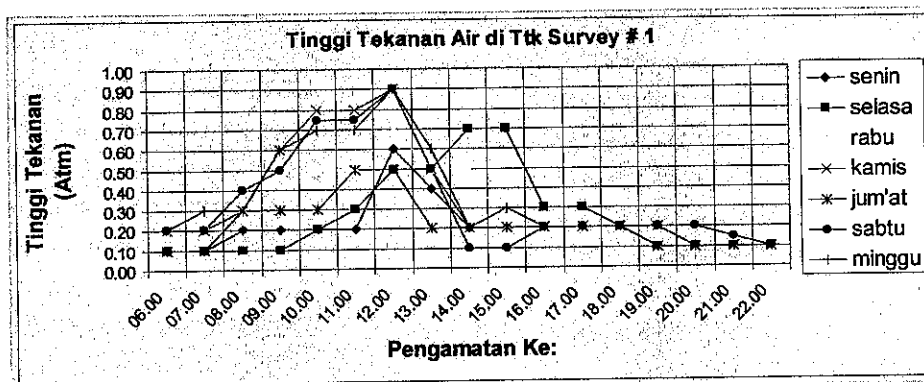
Survei dilaksanakan selama 1 (satu) minggu atau 7 (tujuh) hari pada minggu terakhir Bulan Nopember s/d awal Desember tepatnya tanggal 27-11-2004 s/d 03-12-2004, di hari Jum'at sampai Kamis, dimana "Tekanan air" diamati dan dicatat setiap jam nya sebanyak 17 kali atau 17 jam per hari dengan alat "*manometer*"

Data tekanan air dari masing-masing titik Survei dapat dilihat dalam Tabel-Tabel dan Grafik-Grafik berikut ini.

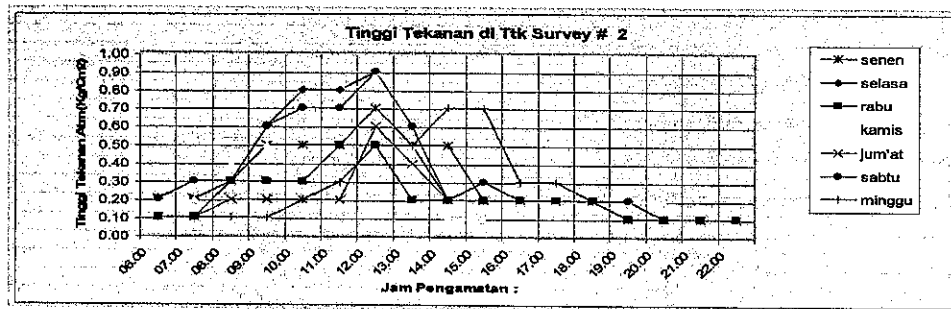
Tabel 4.1

Tinggi Tekanan Air Di lokasi Jl. Veteran No. 18 A

Diamati ke	Pukul	Tinggi Tekanan						
		Atm	Atm	Atm	Atm	Atm	Atm	Atm
		Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu	Minggu
1	06:00	0,10	0,10	0,20	0,20	0,10	0,20	0,20
2	07:00	0,10	0,10	0,20	0,20	0,10	0,20	0,30
3	08:00	0,20	0,10	0,30	0,30	0,30	0,40	0,30
4	09:00	0,20	0,10	0,50	0,60	0,30	0,50	0,60
5	10:00	0,20	0,20	0,50	0,80	0,30	0,75	0,70
6	11:00	0,20	0,30	0,50	0,80	0,50	0,75	0,70
7	12:00	0,60	0,50	0,70	0,90	0,50	0,90	0,90
8	13:00	0,40	0,50	0,50	0,50	0,20	0,50	0,60
9	14:00	0,20	0,70	0,50	0,20	0,20	0,10	0,20
10	15:00	0,20	0,70	0,20	0,20	0,20	0,10	0,30
11	16:00	0,20	0,30	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
12	17:00	0,20	0,30	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
13	18:00	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
14	19:00	0,10	0,10	0,10	0,20	0,10	0,20	0,20
15	20:00	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,20	0,10
16	21:00	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,10
17	22:00	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10



Gambar 4.2. Grafik Tinggi tekanan Air dilokasi Jalan Yogya No.04

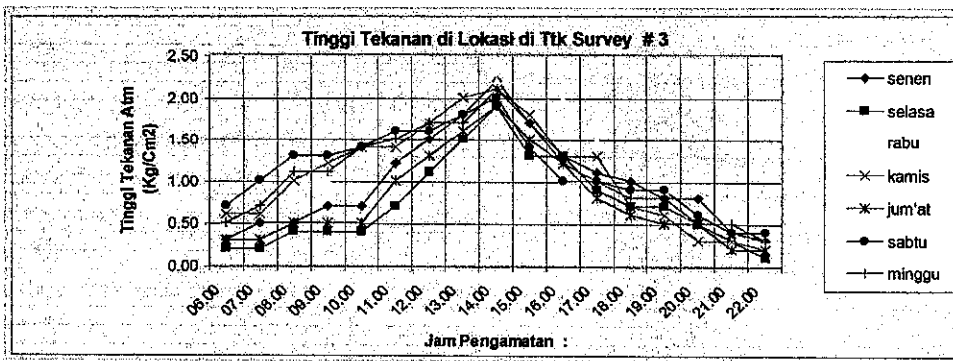


Gambar 4.3. Grafik Tinggi tekanan Air dilokasi /Titik Survei #2

Dari hasil diatas diketahui bahwa tekanan air dilokasi 3 tertinggi adalah hari Selasa pada pengukuran ke 7 pada pukul 12.00, sedangkan terendah adalah pada hari Rabu pengukuran ke 1 pada pukul 06.00

Tabel 4.3. Tinggi Tekanan air Di lokasi Jl. Dr. Kariadi No. 84 Semarang.

Diamati ke	Pukul	Tinggi Tekanan						
		Atm	Atm	Atm	Atm	Atm	Atm	Atm
		senin	selasa	rabu	kamis	jum'at	sabtu	minggu
1	06.00	0,30	0,20	0,50	0,60	0,30	0,70	0,50
2	07.00	0,50	0,20	0,90	0,60	0,30	1,00	0,70
3	08.00	0,50	0,40	1,00	1,00	0,50	1,30	1,10
4	09.00	0,70	0,40	1,00	1,20	0,50	1,30	1,10
5	10.00	0,70	0,40	1,20	1,40	0,50	1,40	1,40
6	11.00	1,20	0,70	1,50	1,40	1,00	1,60	1,50
7	12.00	1,50	1,10	1,70	1,70	1,30	1,60	1,70
8	13.00	1,80	1,50	1,90	2,00	1,60	1,80	1,70
9	14.00	2,20	1,90	2,20	2,10	1,90	2,00	2,10
10	15.00	1,70	1,30	2,20	1,80	1,50	1,40	1,70
11	16.00	1,30	1,30	2,00	1,30	1,20	1,00	1,20
12	17.00	1,10	0,90	1,50	1,30	0,80	1,00	1,00
13	18.00	1,00	0,70	1,20	0,70	0,60	0,90	0,80
14	19.00	0,80	0,70	0,90	0,60	0,50	0,90	0,80
15	20.00	0,80	0,50	0,40	0,30	0,50	0,60	0,50
16	21.00	0,40	0,30	0,30	0,30	0,20	0,40	0,50
17	22.00	0,30	0,10	0,30	0,20	0,20	0,40	0,30



Gambar 4.4. Grafik Tinggi tekanan air dilokasi /Titik Survei #3

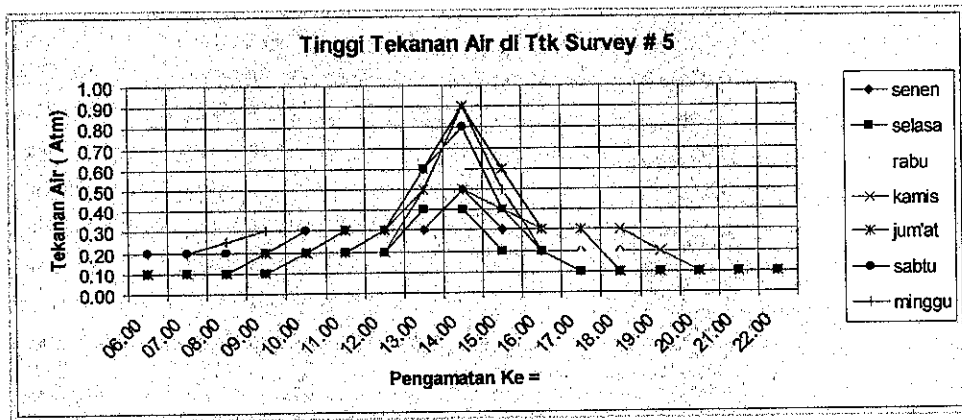
Dari hasil diatas diketahui bahwa tekanan air dilokasi 2 tertinggi adalah hari Rabu pada pengukuran ke 9 pada pukul 14.00, sedangkan terendah adalah pada hari Selasa pengukuran ke 1 pada pukul 06.00

Tabel 4.4 Tinggi Tekanan Air Di lokasi Jl. Kedungjati No. 5 Semarang

[illegible]

Dari hasil diatas diketahui bahwa tekanan air dilokasi 5 tertinggi adalah hari Rabu pada pengukuran ke 8 pada pukul 13.00, sedangkan terendah adalah pada hari Senin pengukuran ke 1 pada pukul 06.00

[illegible]



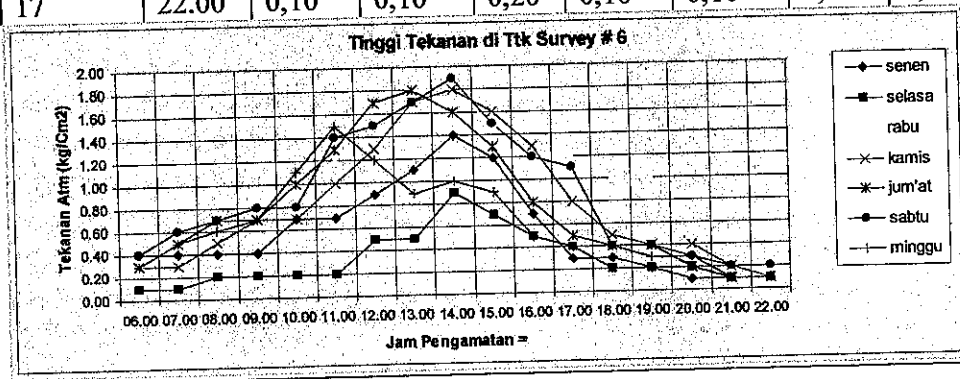
Gambar 4.6. Grafik Tinggi tekanan air dilokasi /Titik Survei #3

Dari hasil diatas diketahui bahwa tekanan air dilokasi 2 tertinggi adalah hari Jumat pada pengukuran ke 9 pada pukul 14.00, sedangkan terendah adalah pada hari Senin pengukuran ke 1 pada pukul 06.00

Tabel 4.6.

Tinggi Tekanan Air Di lokasi Jl. S o l o no. 11-A - Semarang

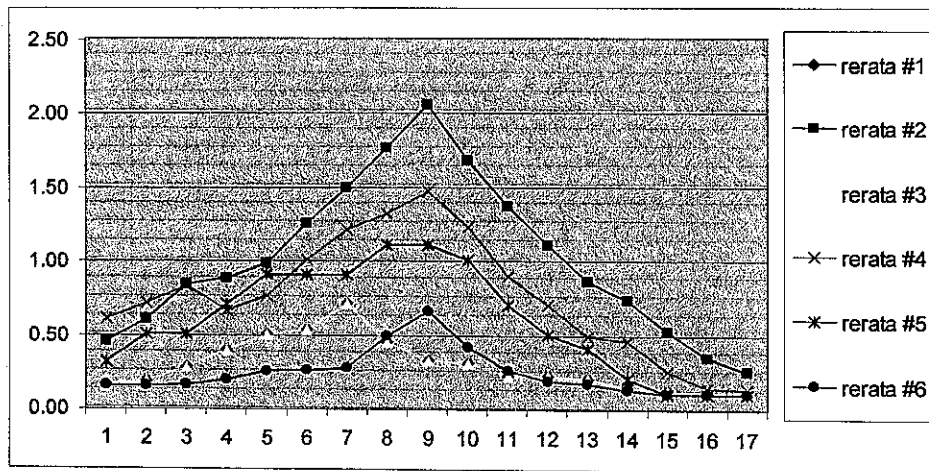
Diamati ke	Pukul	Tinggi Tekanan						
		Atm	Atm	Atm	Atm	Atm	Atm	Atm
		senen	selasa	rabu	kamis	jum'at	sabtu	minggu
1	06.00	0,40	0,10	0,50	0,30	0,30	0,40	0,30
2	07.00	0,40	0,10	0,50	0,30	0,50	0,60	0,50
3	08.00	0,40	0,20	0,70	0,50	0,70	0,70	0,60
4	09.00	0,40	0,20	0,70	0,70	0,70	0,80	0,70
5	10.00	0,70	0,20	1,00	0,70	1,00	0,80	1,10
6	11.00	0,70	0,20	1,20	1,00	1,30	1,40	1,50
7	12.00	0,90	0,50	1,50	1,30	1,70	1,50	1,20
8	13.00	1,10	0,50	1,80	1,70	1,80	1,70	0,90
9	14.00	1,40	0,90	1,80	1,80	1,60	1,90	1,00
10	15.00	1,20	0,70	1,50	1,60	1,30	1,50	0,90
11	16.00	0,70	0,50	1,20	1,30	0,80	1,20	0,50
12	17.00	0,30	0,40	1,20	0,80	0,50	1,10	0,40
13	18.00	0,30	0,20	1,00	0,50	0,40	0,40	0,40
14	19.00	0,20	0,20	1,00	0,40	0,40	0,40	0,30
15	20.00	0,10	0,20	0,30	0,40	0,20	0,30	0,30
16	21.00	0,10	0,10	0,20	0,20	0,10	0,20	0,10
17	22.00	0,10	0,10	0,20	0,10	0,10	0,20	0,10



Gambar 4.7. Grafik Tinggi tekanan air dilokasi /Titik Survei #3

Dari hasil diatas diketahui bahwa tekanan air dilokasi 4 tertinggi adalah hari Sabtu pada pengukuran ke 9 pada pukul 14.00, sedangkan terendah adalah pada hari Selasa pengukuran ke 1 pada pukul 06.00

Untuk Tekanan rerata dari hasil pengamatan / survei adalah seperti Gambar 4.8. berikut ini :



Gambar 4.8. Grafik tekanan air rerata di Tititk # 1 sampai dengan Tititk # 6

4.3. Kontinuitas Aliran

Pengamatan dilaksanakan pada kondisi pengaliran air apakah “mengalir” atau “tidak” terhadap 6 (enam) titik survei pada “kran-kran” PDAM yang telah ditentukan sebagai “random sampel” dengan rentang waktu yang sama dengan pengukuran meteran air dan tekanan air pada titik sample.

Dari hasil pengamatan pada 6 (enam) titik sample selama 1 bulan kondisi air mengalir secara kontinu 24 Jam.

4.4. Debit Air

Untuk pengumpulan data debit air ini ada 3(tiga) macam pengumpulan data yaitu :

- a) Untuk data debit kebutuhan sesuai standart konsumsi untuk kategori Kota Besar yakni sebesar = *170 Liter/Orang/Hari* (Standart PU Cipta Karya Pusat Th. 1989) didapat dengan mengumpulkan data jumlah Keluarga dari para Pelanggan dikomplek Perumahan ini sehingga dapat mengalikan standart DPU tersebut dengan jumlah Orang dalam satu rumah pelanggan akan diperoleh Standart debit, adapun data dapat dilihat pada : **Tabel 4.9**
- b) Data debit yang didapat dari pencarian data sekunder di PDAM Kota Semarang khususnya data di Wilayah PDAM Semarang Tengah, adapun data yang diperlukan adalah :

Data pencatat debit bulanan berupa :

1. Data volume pemakaian air bulanan ditingkat pelanggan di komplek Perumahan Dinas PJKA Semarang dengan rentang waktu 2 (dua) tahun. Data yang berhasil didapat adalah data volume pemakaian air dari pembacaan meter air pelanggan pada bulan Januari – Desember tahun 2002 dan tahun 2003
2. Data debit yang diperoleh dari survei langsung di 6 (enam) titik lokasi sampel dengan pencatatan “Stand Meter” setiap jam-nya selama 1 (satu) minggu dengan menggunakan alat ”stop watch” dan pencatatan stand meter pelanggan setiap harinya selama kurun waktu 1 (satu) minggu.

Adapun data debit tersebut dapat dilihat pada tabel dan gambar berikut ini :

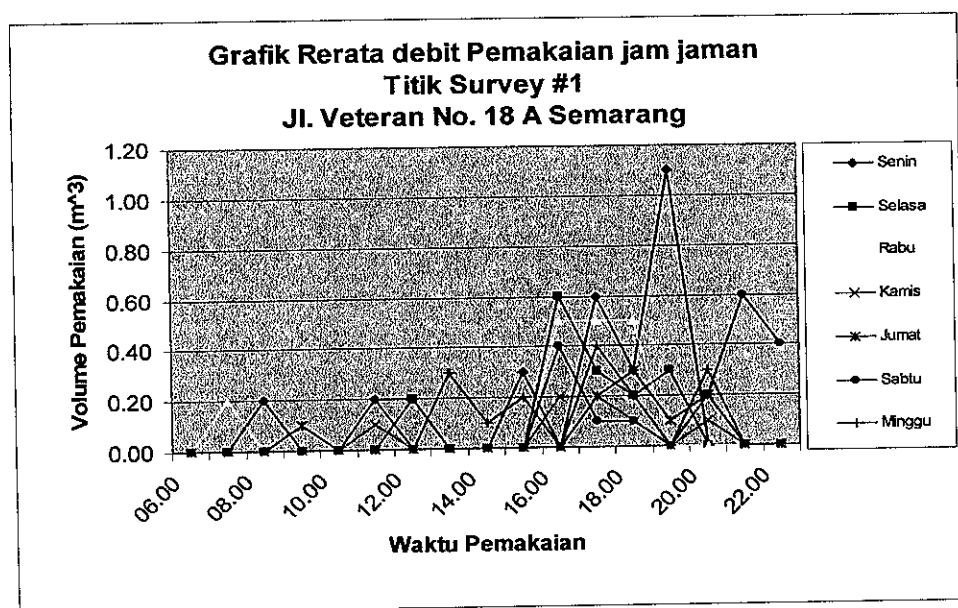
Tabel 4.9.

PEMAKAIAN DEBIT JAM-JAM-AN PADA PELANGGAN
Di lokasi titik survei @ 1 : Jl. Veteran Semarang

Pengukuran Ke:	Pukul	Volume Pemakaian (M3)						
		Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu	Minggu
1	06,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	07,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00
3	08,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	09,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00
5	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	11,00	0,20	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,20
7	12,00	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	13,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30
9	14,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
10	15,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20
11	16,00	0,00	0,60	0,50	0,20	0,00	0,40	0,00
12	17,00	0,60	0,30	0,50	0,20	0,20	0,10	0,40
13	18,00	0,30	0,20	0,50	0,10	0,30	0,10	0,20
14	19,00	1,10	0,30	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00
15	20,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,20	0,20	0,30
16	21,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,00
17	22,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00
Ammount of Daily Survei		2,90	1,60	1,70	0,70	0,90	1,80	1,70
Max. hourly distribution		1,10	0,60	0,50	0,20	0,30	0,60	0,40
Everage of Max. daily		0,48	0,32	0,43	0,14	0,18	0,30	0,24
Supply								
Hourly Faktor		0,38	0,38	0,29	0,29	0,33	0,33	0,24
Average of Hourly Faktor		2,24						

Sumber : Data primer

Dapat dilihat di atas bahwa pemakaian yang tertinggi adalah pada jam sore antara pukul 14.00-18.00, dan apabila dibuat rerata dapat diketahui bahwa debit puncak pemakaian pada pukul 19.00 dengan debit pemakaian sebesar 1,10m³, dapat dilihat pada grafik rerata debit pemakaian dibawah ini :



Gambar 4.9
Grafik Rerata Debit pemakaian Jam-jam-an di lokasi

Pada lokasi pelanggan Jl. Yogya Semarang dapat dilihat bahwa pemakaian yang tertinggi adalah pada jam pagi antara pukul 15.00-18.00, dan apabila dibuat rerata dapat diketahui bahwa debit puncak pemakaian pada pukul 17.00 dengan debit pemakaian sebesar 0,80 m³ dapat dilihat pada grafik rerata debit pemakaian dibawah ini :

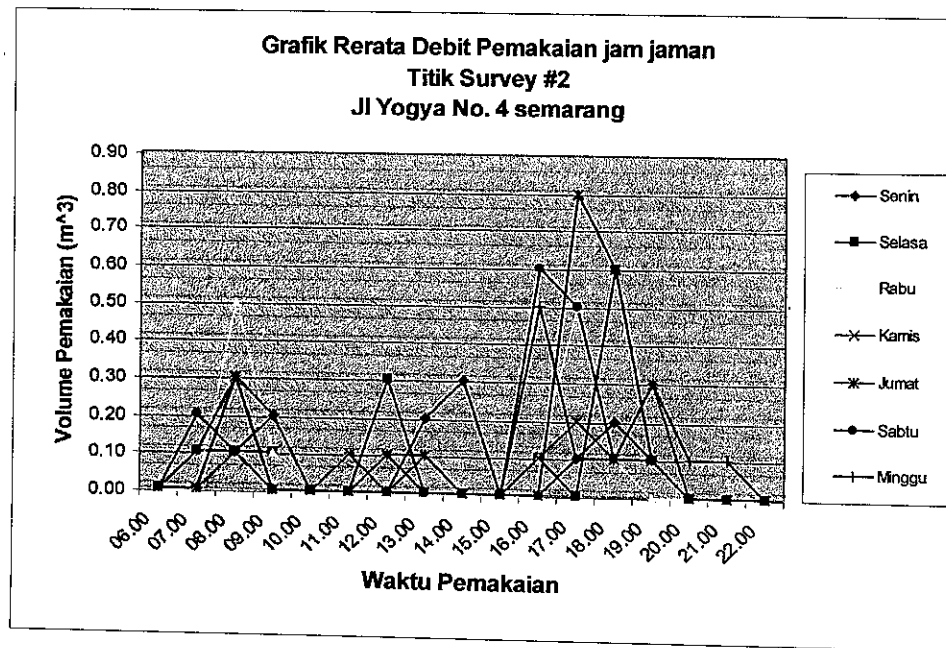
Tabel 4.10.

PEMAKAIAN DEBIT JAM-JAM-AN PADA PELANGGAN**Di lokasi titik survei @ 2 : Jl. Yogya Semarang**

Pengukuran Ke:	Pukul	Volume Pemakaian (M3)						
		Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu	Minggu
1	06,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	07,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,20	0,10
3	08,00	0,10	0,10	0,50	0,10	0,30	0,10	0,30
4	09,00	0,20	0,10	0,10	0,00	0,00	0,00	0,20
5	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	11,00	0,10	0,00	0,10	0,10	0,00	0,00	0,00
7	12,00	0,00	0,30	0,00	0,00	0,10	0,00	0,10
8	13,00	0,20	0,00	0,00	0,10	0,10	0,00	0,00
9	14,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	16,00	0,00	0,10	0,10	0,10	0,00	0,60	0,50
12	17,00	0,10	0,00	0,50	0,20	0,80	0,50	0,10
13	18,00	0,20	0,60	0,10	0,10	0,60	0,10	0,10
14	19,00	0,10	0,10	0,00	0,30	0,10	0,10	0,30
15	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
16	21,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
17	22,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Ammount of Daily Survei</i>		1,30	1,40	1,40	1,00	2,00	1,60	1,90
<i>Max. hourly distribution</i>		0,30	0,60	0,50	0,30	0,80	0,60	0,50
<i>Everage of Max. daily Supply</i>		0,16	0,20	0,23	0,14	0,33	0,27	0,19
<i>Hourly Faktor</i>		0,16	0,20	0,23	0,14	0,33	0,27	0,19
<i>Average of Hourly Faktor</i>		0,08						

Sumber : Data primer

Dapat dilihat di atas bahwa pemakaian yang tertinggi adalah pada jam pagi antara pukul 15.00-18.00 dan apabila dibuat rerata dapat diketahui bahwa debit puncak pemakaian pada pukul 17.00 dengan debit pemakaian sebesar 0,80 m3, dapat dilihat pada grafik rerata debit pemakaian dibawah ini :



Gambar 4.10.
Grafik Rerata Debit pemakaian Jam-jam-an di Jl. Yogya No.4. Semarang

Pada lokasi pelanggan di Jl. Dr. Kariadi Semarang dapat dilihat bahwa pemakaian yang tertinggi adalah pada jam pagi antara pukul 9.00-12.00, dan apabila dibuat rerata dapat diketahui bahwa debit puncak pemakaian pada pukul 10.00 dengan debit pemakaian sebesar 1,10 m³ dapat dilihat pada grafik rerata debit pemakaian dibawah ini :

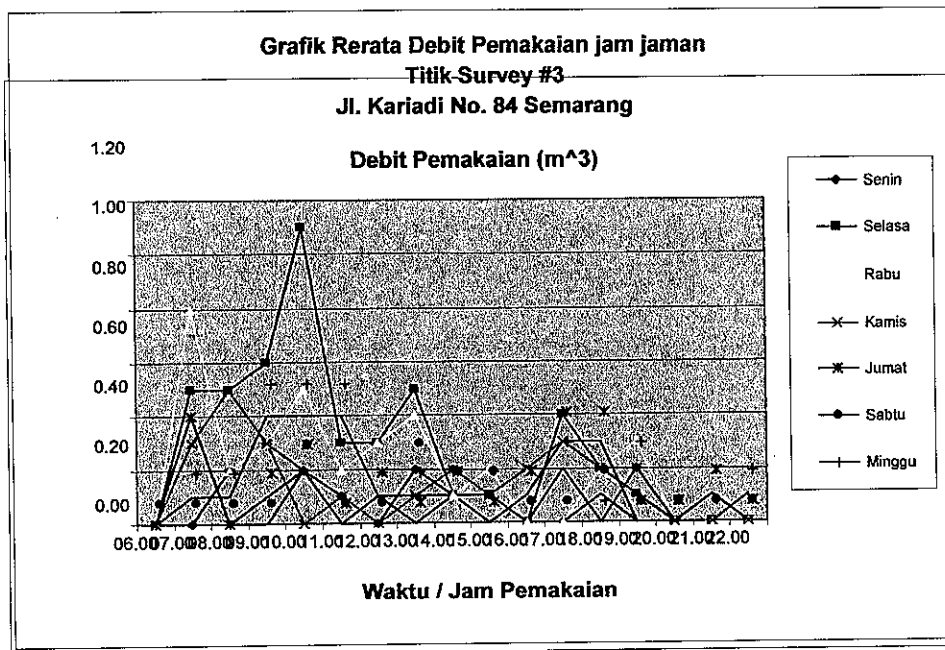
Tabel 4.11.

PEMAKAIAN DEBIT JAM-JAM-AN PADA PELANGGAN
Di lokasi titik survei : Jl. Dr. Kariadi No 84 Semarang

Pengukuran Ke:	Pukul	Volume Pemakaian (M3)						
		Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu	Minggu
1	06.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	07.00	0,00	0,50	0,80	0,30	0,40	0,00	0,10
3	08.00	0,20	0,50	0,20	0,50	0,00	0,00	0,10
4	09.00	0,30	0,60	0,30	0,30	0,10	0,00	0,40
5	10.00	0,20	1,10	0,50	0,00	0,20	0,20	0,40
6	11.00	0,10	0,30	0,20	0,10	0,00	0,00	0,40
7	12.00	0,00	0,30	0,30	0,00	0,10	0,00	0,10
8	13.00	0,20	0,50	0,40	0,10	0,00	0,20	0,10
9	14.00	0,20	0,10	0,10	0,20	0,10	0,10	0,10
10	15.00	0,10	0,10	0,20	0,10	0,00	0,10	0,10
11	16.00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,10	0,00	0,00
12	17.00	0,00	0,40	0,00	0,30	0,30	0,00	0,20
13	18.00	0,20	0,20	0,20	0,20	0,30	0,10	0,00
14	19.00	0,20	0,10	0,30	0,20	0,00	0,00	0,20
15	20.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	21.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00
17	22.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
<i>Ammount of Daily Survei</i>		1,70	4,70	3,50	2,50	1,70	0,70	2,30
<i>Max. hourly distribution</i>		0,30	1,10	0,80	0,50	0,40	0,20	0,40
<i>Everage of Max. daily Supply</i>		0,19	0,39	0,32	0,23	0,19	0,14	0,18
<i>Hourly Faktor</i>		0,18	0,23	0,23	0,20	0,24	0,29	0,17
<i>Average of Hourly Faktor</i>		0,22						

Sumber : Data primer

Dapat dilihat di atas bahwa pemakaian yang tertinggi adalah pada jam pagi antara pukul 9.00-12.00, dan apabila dibuat rerata dapat diketahui bahwa debit puncak pemakaian pada pukul 10.00 dengan debit pemakaian sebesar 1,10 m3, dapat dilihat pada grafik rerata debit pemakaian (dibawah ini :



Gambar 4.11.

Grafik Rerata Debit pemakaian Jam-jam-an di Jl. Dr.Kariadi 84 Semarang

Pada lokasi pelanggan di Kedungjati Semarang dapat dilihat bahwa pemakaian yang tertinggi adalah pada jam pagi antara pukul 06.00-10.00, dan apabila dibuat rerata dapat diketahui bahwa debit puncak pemakaian pada pukul 10.00 dengan debit pemakaian sebesar 1,15 m³ dapat dilihat pada grafik rerata debit pemakaian dibawah ini :

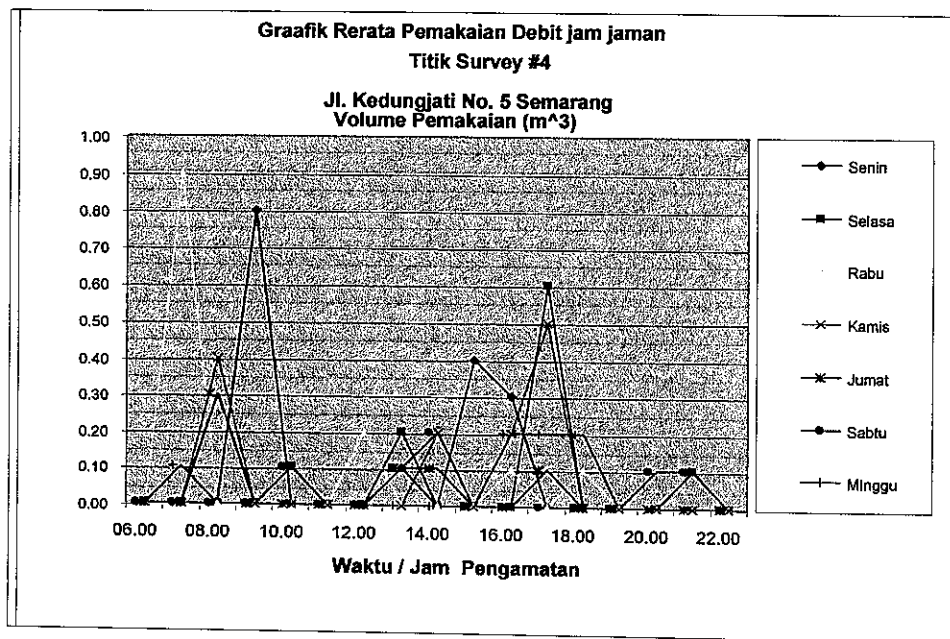
Tabel 4.12.

PEMAKAIAN DEBIT JAM-JAM-AN PADA PELANGGAN
Di lokasi titik survei : Jl. Kedungjati EDUNGJATI Semarang

Pengukuran Ke:	Pukul	Volume Pemakaian (M3)						
		Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu	Minggu
1	06,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	07,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	0,10
3	08,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,30	0,00	0,00
4	09,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	10,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00
6	11,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	12,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00
8	13,00	0,10	0,20	0,00	0,00	0,10	0,10	0,00
9	14,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,10	0,20	0,00
10	15,00	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	16,00	0,30	0,00	0,10	0,20	0,00	0,00	0,20
12	17,00	0,00	0,60	0,00	0,50	0,10	0,00	0,20
13	18,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,20
14	19,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00
16	21,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00
17	22,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Ammount of Daily Survei</i>		1,60	1,00	1,30	1,30	0,60	0,60	0,70
<i>Max. hourly distribution</i>		0,80	0,60	0,90	0,50	0,30	0,20	0,20
<i>Everage of Max. daily Supply</i>		0,40	0,25	0,33	0,33	0,15	0,12	0,18
<i>Hourly Faktor</i>		0,50	0,60	0,69	0,38	0,50	0,33	0,29
<i>Average of Hourly Faktor</i>		0,47						

Sumber : Data primer

Dapat dilihat di atas bahwa pemakaian yang tertinggi adalah pada jam pagi antara pukul 06.00-10.00 dan apabila dibuat rerata dapat diketahui bahwa debit puncak pemakaian pada pukul 07.00 dengan debit pemakaian sebesar 0,90m3, dapat dilihat pada grafik rerata debit pemakaian dibawah ini :



Gambar 4.12.
Grafik Rerata Debit pemakaian Jam-jam-an dilokasi

Pada lokasi pelanggan di Jl. Gundih Semarang dapat dilihat bahwa pemakaian yang tertinggi adalah pada jam pagi antara pukul 06.00-10.00, dan apabila dibuat rerata dapat diketahui bahwa debit puncak pemakaian pada pukul 07.00 dengan debit pemakaian sebesar 0,80 m^3 dapat dilihat pada grafik rerata debit pemakaian dibawah ini :

Tabel 4.13.

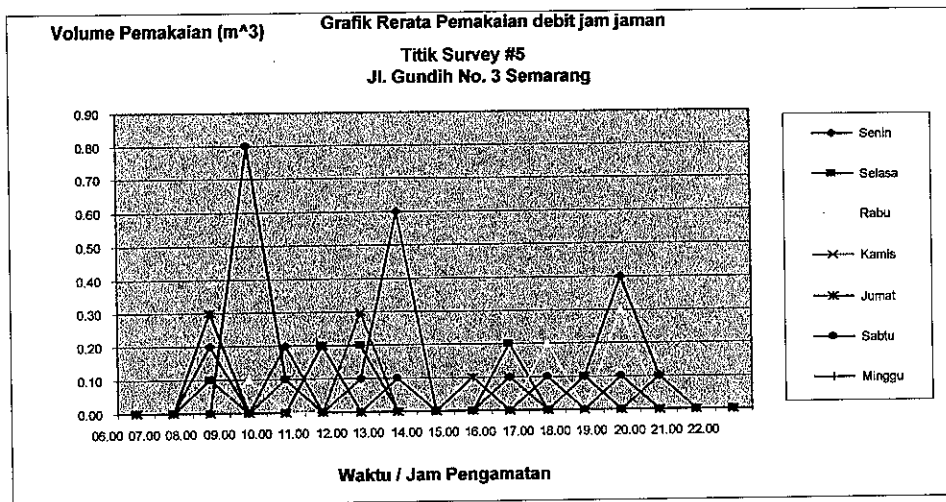
PEMAKAIAN DEBIT JAM-JAM-AN PADA PELANGGAN

Di lokasi titik survei : Jl. Gundih No. 03 Semarang

Pengukuran Ke:	Pukul	Volume Pemakaian (M3)						
		Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu	Minggu
1	06:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	07:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60
3	08:00	0,20	0,10	0,00	0,00	0,30	0,00	0,10
4	09:00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,80	0,50
5	10:00	0,20	0,00	0,00	0,10	0,00	0,10	0,10
6	11:00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00
7	12:00	0,10	0,20	0,00	0,30	0,00	0,00	0,30
8	13:00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,40
9	14:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
10	15:00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,10	0,00	0,00
11	16:00	0,10	0,20	0,00	0,10	0,00	0,00	0,40
12	17:00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,10	0,60
13	18:00	0,10	0,10	0,00	0,00	0,10	0,00	0,10
14	19:00	0,40	0,00	0,30	0,00	0,00	0,10	3,10
15	20:00	0,10	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00
16	21:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	22:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Ammount of Daily Survei</i>		1,80	0,80	0,70	0,60	0,70	1,20	6,30
<i>Max. hourly distribution</i>		0,60	0,20	0,30	0,30	0,30	0,80	3,10
<i>Everage of Max. daily Supply</i>		0,60	0,16	0,18	0,15	0,18	0,24	0,57
<i>Hourly Faktor</i>		0,33	0,25	0,43	0,50	0,43	0,67	0,49
<i>Average of Hourly Faktor</i>		3,10						

Sumber : Data primer

Dapat dilihat di atas bahwa pemakaian yang tertinggi adalah pada jam pagi antara pukul 08.00-13.00, dan apabila dibuat rerata dapat diketahui bahwa debit puncak pemakaian pada pukul 09.00 dengan debit pemakaian sebesar 0,8 m³, dapat dilihat pada grafik rerata debit pemakaian dibawah ini :



Gambar 4.13.

Grafik Rerata Debit pemakaian Jam-jam-an DI Jl. Gundih 03 Semarang

Pada lokasi pelanggan di Jl Solo Semarang dapat dilihat bahwa pemakaian yang tertinggi adalah pada jam sore antara pukul .15.00-18.00 , dan apabila dibuat rerata dapat diketahui bahwa debit puncak pemakaian pada pukul 17.00 dengan debit pemakaian sebesar 1,10 m³ dapat dilihat pada grafik rerata debit pemakaian dibawah ini :

Tabel 4.14.

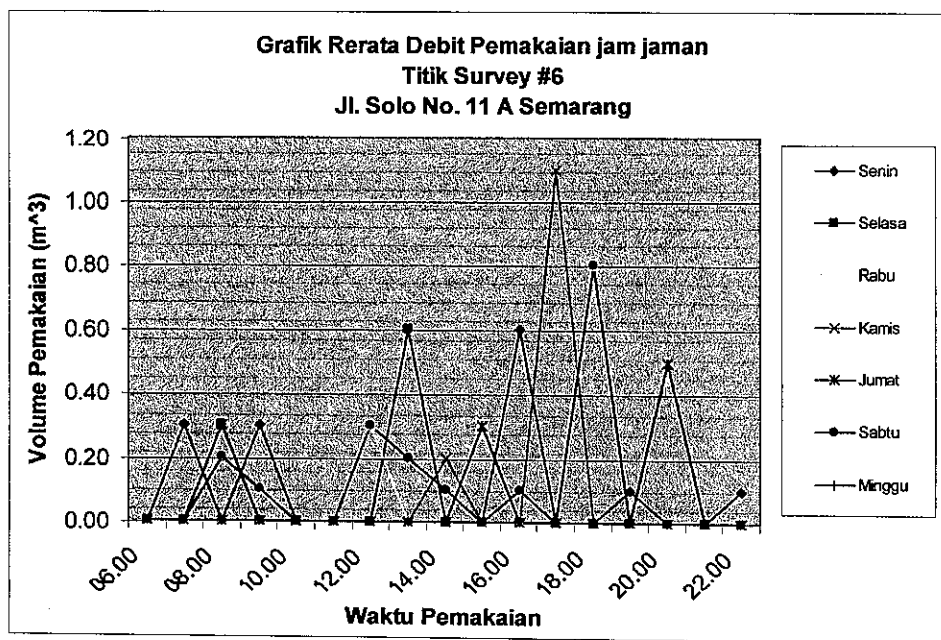
PEMAKAIAN DEBIT JAM-JAM-AN PADA PELANGGAN

Di lokasi titik survei : Jl. Solo No. 11.A Semarang

Pengukuran Ke:	Pukul	Volume Pemakaian (M3)						
		Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu	Minggu
1	06,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	07,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30
3	08,00	0,00	0,30	0,00	0,00	0,30	0,20	0,10
4	09,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00
5	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
6	11,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20
7	12,00	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00	0,30	0,10
8	13,00	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00
9	14,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,10	0,00
10	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00	0,10
11	16,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00
12	17,00	0,00	0,00	0,00	1,10	0,00	0,00	0,60
13	18,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00
14	19,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00
16	21,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	22,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Ammount of Daily Survei</i>		1,40	0,90	1,10	1,30	1,10	1,80	1,50
<i>Max. hourly distribution</i>		0,60	0,60	0,80	1,10	0,50	0,80	0,60
<i>Everage of Max. daily Supply</i>		0,28	0,45	0,55	0,65	0,37	0,23	0,21
<i>Hourly Faktor</i>		0,28	0,45	0,55	0,65	0,37	0,23	0,21
<i>Average of Hourly Faktor</i>		0,15						

Sumber : Data primer

Dapat dilihat di atas bahwa pemakaian yang tertinggi adalah pada jam sore antara pukul 15.00-18.00, dan apabila dibuat rerata dapat diketahui bahwa debit puncak pemakaian pada pukul 17.00. dengan debit pemakaian sebesar 1,10 m3, dapat dilihat pada grafik rerata debit pemakaian dibawah ini :



Gambar . 4.14.

Grafik Rerata Debit pemakaian Jam jaman di Jl. Solo No.11.A Semarang

4.5. Topografi

Data topografi yang diperoleh dari DPU Kota Semarang berupa Peta Topografi yang merupakan peta ketinggian daratan pada daerah Semarang tengah. Data ini diperlukan untuk mengetahui ketinggian tiap-tiap node pada pipa pada jaringan pipa air bersih PDAM mulai dari sumbernya atau reservoir pen-suplai air jaringan makro sampai dengan jaringan pipa “mikro” di lokasi Studi.

Ditinjau dari segi topografinya daerah PDAM Semarang tTengah merupakan daerah dataran tinggi dan dataran rendah, data elevasinya dapat dilihat di gambar peta topografinya. skala 1:5000 / peta GIS Kota Semarang.



Gambar 4.15.
Gambar Peta Topografi di Lokasi Studi

4.6. Jaringan

Data jaringan pipa transmisi dan pipa distribusi PDAM Kota Semarang berupa peta jaringan pipa PDAM di Semarang Tengah dan peta jaringan di Perumahan Dinas PJKK Semarang.

Dari peta jaringan dapat diketahui diameter pipa, panjang pipa dan letak pipa (alignment horizontalnya).

Data pipa-pipa selengkapnya dapat dilihat pada Peta Jaringan Pipa PDAM.

4.7. Inflow

Data *inflow* adalah data yang berhubungan dengan karakteristik sumber air, letak dan jumlah sumber air ke jaringan. Data ini diperoleh dari PDAM Semarang sesuai dengan lokasi studi.

Distribusi ke daerah lokasi studi disuplai dari IPA / WTP Kaligarang 1 dan Kaligarang 2, lewat reservoir Gajahmungkur / Chekder yang lokasinya terletak diatas lokasi penelitian / studi yaitu pada elevasi : + 65,000 dari muka air laut (Sea Level) dan disuplai secara "*Gravitasi*" *murni* tanpa dibantu Pompa ataupun Boster pump.

BAB – V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Dalam Bab ini dilakukan analisis data dan pembahasan dari hasil pengumpulan dan pengolahan tentang “Kinerja Tingkat Pelayanan air bersih PDAM di Perkotaan dengan mengambil studi kasus di Komplek Perumahan dinas PJKA / PT. KAI Kelurahan Randusari, Kec. Semarang Timur sesuai hasil survei lapangan dan data penunjang lain-nya.

5.1. Analisis

Dari hasil pengumpulan dan sekaligus pengolahan data dapat diperoleh bahan untuk menganalisis “Kinerja Tingkat Pelayanan Air Bersih PDAM di Perkotaan” pada pemukiman / Perumahan PJKA (PT.KAI) dikelurahan Randusari, Kec. Semarang Timur sesuai parameter “Debit” , “Tekanan Air” , dan sebagai pelengkap adalah ‘Kontinuitas aliran air” ke Pelanggan air.

Hasil analisis mengenai kinerja pelayanan jaringan air bersih PDAM di kompleks perumahan dinas PJKA / PT.KAI Kelurahan Randusari Semarang seperti disajikan pada tabel 5.1 sampai dengan Tabel 5.5 berikut ini.

Tabel 5.1.
Data pemakaian PDAM tahun pertama dari Hasil
Pembacaan Meter pelanggan (HPM)

Volume pemakaian air th 2001 (per bulan)											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
50	23	11	17	55	48	57	50	50	15	38	28
15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	10
11	15	9	13	6	10	7	10	17	19	12	14
15	15	3	12	15	1	15	15	15	15	15	5
20	20	20	20	20	20	77	78	20	53	50	66
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
23	60	73	50	50	50	50	21	15	71	40	40
57	34	26	46	34	49	58	56	55	52	50	59
20	20	22	21	15	15	12	20	21	22	20	21
15	15	15	20	20	15	15	20	15	20	30	20
12	15	14	18	20	12	15	16	20	20	15	15
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	16	22	23	11	11	13	27	10	29	10	22
15	1	15	13	11	10	16	13	12	15	26	25
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1	1	6	10	9	19	15	1	11	3	4
38	10	4	3	7	4	3	5	10	8	4	5
78	108	67	64	65	65	10	10	68	78	63	10
15	15	15	29	48	72	70	0	2	0	0	0
20	20	20	20	20	20	20	20	20	31	49	0
11	6	19	11	17	24	17	17	23	15	12	10
15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	20
9	13	8	16	6	12	8	8	17	20	7	1
30	21	20	6	2	22	22	22	25	32	2	2
15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	20
30	9	41	36	55	53	31	30	59	62	38	30
11	10	1	3	0	3	3	2	2	2	1	2
27	20	20	2	7	13	10	10	3	13	4	6
41	44	40	30	35	51	42	38	24	56	21	20
17	27	17	17	20	21	17	19	14	25	19	16

18	14	35	31	40	61	35	26	23	29	24	21
13	76	45	60	84	71	29	30	76	87	46	30
11	10	10	10	10	10	5	5	5	5	5	3
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	10	9	9	10	14	14	14	10	4	7	5
35	35	35	35	35	35	20	0	0	2	1	2
11	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	20	34	33	43	51	22	20	22	38	30	30
11	4	5	3	6	7	10	10	5	19	20	19
12	43	15	10	16	11	11	11	25	18	20	19
30	19	21	20	29	33	18	20	31	33	30	30
101	121	54	62	43	125	66	69	101	73	73	50
50	50	50	50	50	50	50	43	45	24	25	55
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
65	49	36	37	60	47	48	40	38	46	40	26
15	15	15	15	8	5	15	16	20	20	16	15
9	15	9	13	13	13	10	18	16	13	12	17
30	34	31	39	48	59	51	88	115	106	89	27
15	44	19	19	27	27	1	1	11	6	14	12
13	35	26	21	34	30	27	31	29	25	29	32
9	4	8	15	15	5	6	12	12	15	15	11
60	41	38	22	62	39	35	44	11	15	15	15
31	24	18	20	35	28	31	16	21	15	11	12
1	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
15	20	20	20	4	4	11	8	7	15	5	5
256	102	108	80	60	116	22	25	20	328	33	29
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	34	40	40	40	40	40	40	40	40	40	20
10	12	10	10	12	12	12	10	10	12	12	10
15	15	15	15	15	15	15	11	161	183	183	206
20	15	18	3	4	1	1	1	2	1	11	12
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	20	25	45	77	92	83	56	25	24	22	15
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	7	30	59	67	103	55	20	22	20	20	15

Tabel 5.2.
Data pemakaian PDAM tahun kedua dari Hasil
Pembacaan Meter pelanggan (HPM)

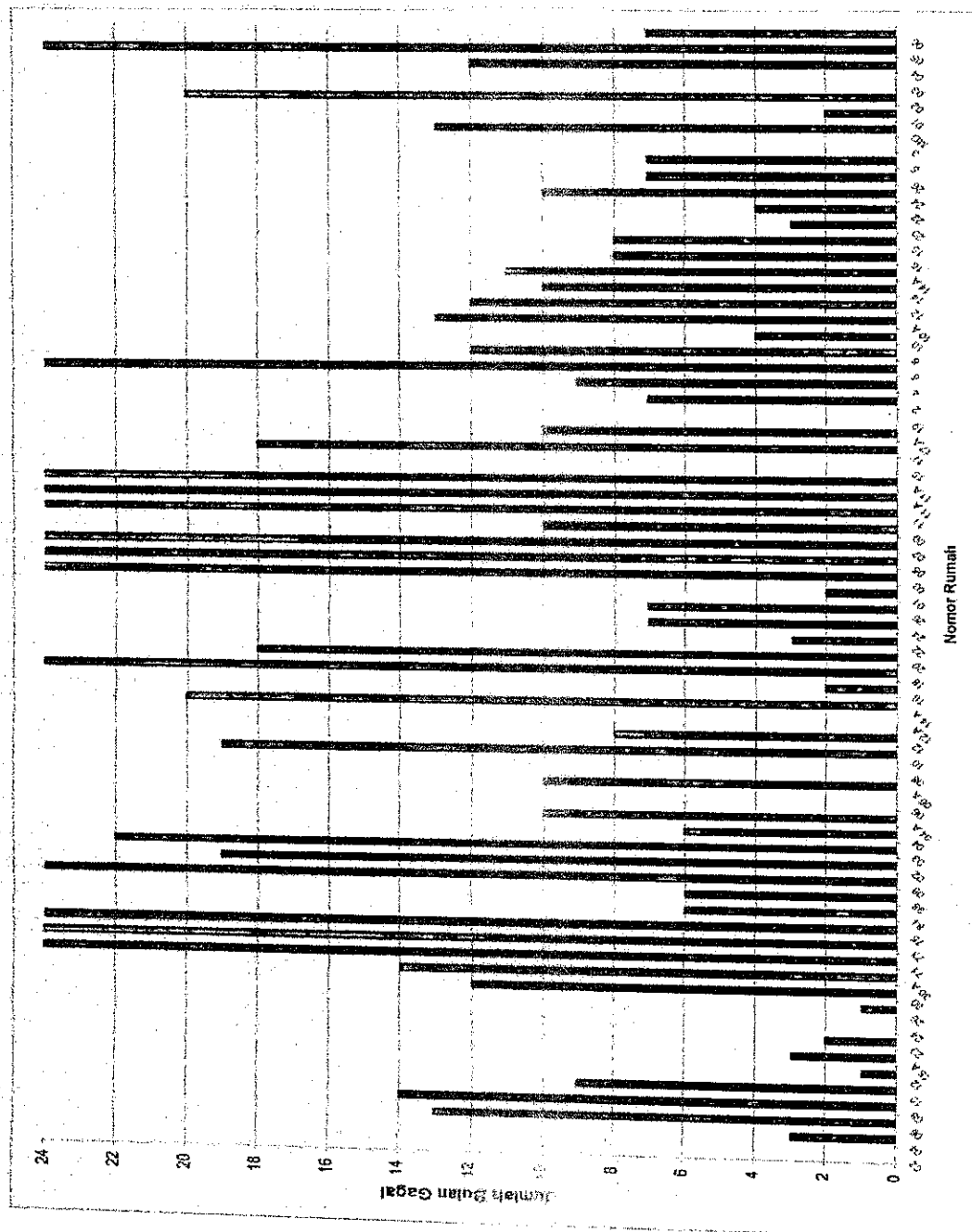
Volume pemakaian air th 2002 (per bulan)											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
200	200	200	200	200	200	156	159	259	162	88	190
20	1	30	20	20	20	20	20	20	8	23	25
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	0
12	16	15	12	13	23	9	10	18	16	9	19
11	7	1	1	13	25	59	60	74	104	62	68
35	41	36	36	52	51	32	30	30	20	21	11
11	13	34	47	38	18	27	25	43	30	30	30
48	66	44	44	60	52	55	50	43	68	37	46
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	25
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	10	10	10	10	10	10	10	3	5	5	30
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	20	20	32	87	114	100	140	192	110	174	228
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1	1	6	10	9	19	15	1	11	3	4
38	10	4	3	7	4	3	5	10	8	4	5
78	108	67	64	65	65	10	10	68	78	63	10
15	15	15	29	48	72	70	0	2	0	0	0
20	20	20	20	20	20	20	20	20	31	49	0
11	6	19	11	17	24	17	17	23	15	12	10
15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	20
9	13	8	16	6	12	8	8	17	20	7	1
30	21	20	6	2	22	22	22	25	32	2	2
15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	20
30	9	41	36	55	53	31	30	59	62	38	30
11	10	1	3	0	3	3	2	2	2	1	2
27	20	20	2	7	13	10	10	3	13	4	6
19	24	2	36	57	40	21	20	27	28	2	3

11	21	13	15	17	18	10	10	21	22	12	9
20	27	5	13	22	14	12	13	21	20	2	10
13	76	45	60	84	71	29	30	76	87	46	30
11	10	10	10	10	10	5	5	5	5	5	3
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	10	9	9	10	14	14	14	10	4	7	5
35	35	35	35	35	35	20	0	0	2	1	2
11	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	20	34	33	43	51	22	20	22	38	30	30
11	4	5	3	6	7	10	10	5	19	20	19
12	43	15	10	16	11	11	11	25	18	20	19
30	19	21	20	29	33	18	20	31	33	30	30
15	15	15	12	16	14	12	12	15	12	12	12
21	27	20	7	9	7	7	7	12	14	8	5
5	6	6	4	6	6	7	7	9	6	10	9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	26	22	6	28	29	19	20	15	10	10	19
15	15	15	15	7	82	46	40	0	3	5	5
11	13	11	11	11	14	14	8	8	5	0	7
24	25	48	5	30	28	13	13	39	32	13	34
13	2	5	8	5	1	5	5	5	20	12	35
22	5	17	21	30	26	16	16	22	34	19	35
5	7	17	9	15	11	8	10	12	17	8	16
15	15	15	15	4	61	37	35	38	47	27	54
15	23	10	9	11	15	15	15	15	15	15	20
30	30	30	30	30	15	15	15	15	1	2	10
18	8	7	6	9	10	8	10	18	30	20	15
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	25
12	21	19	15	28	29	25	25	32	49	34	15
12	312	165	88	123	121	72	70	34	53	50	50
15	6	9	13	12	10	7	10	6	14	11	12
11	26	1	1	1	2	12	13	10	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	10	40	40	40	15	28	20	41	14	2	2

Tabel 5.3.
Analisis Kelentingan
Tingkat Pelayanan Jaringan air bersih PDAM
di Kompl. Perumahan dinas PJKA Semarang

di Kompi. Perumahan dinas PJKA Semarang									
No	ALAMAT PELANGGAN	Debit Rerata (m3/bln)	Status	Defisit				Jumlah Bulan Gagal	
				Maksimum		Rerata			
				(m³/bln)	Ratio (%)	(m³/bln)	Ratio (%)		
1	Jl. Veteran No. 02	192.25							
2	Jl. Veteran No. 04	27.88							
3	Jl. Veteran No. 06	11.88	Gagal	21	100.00	9.13	43.45	24	
4	Jl. Veteran No. 08	13.13	Gagal	15	71.43	7.88	37.50	23	
5	Jl. Veteran No. 10	26.08							
6	Jl. Veteran No. 12	35.79							
7	Jl. Veteran No. 18.A	22.17							
8	Jl. Veteran No. 20	37.04							
9	Jl. Veteran No. 24	49.54							
10	Jl. Veteran No. 26	19.75	Gagal	9	42.86	1.25	5.95	18	
11	Jl. Veteran No. 30	9.17	Gagal	21	100.00	11.83	56.35	23	
12	Jl. Veteran No. 30.A	13.13	Gagal	18	85.71	7.88	37.50	23	
13	Jl. Yogya No. 02	7.25	Gagal	20	95.24	13.75	65.48	24	
14	Jl. Yogya No. 03	8.42	Gagal	18	85.71	12.58	59.92	22	
15	Jl. Yogya No. 04	57.17							
16	Jl. Yogya No. 04.A	22.17							
17	Jl. Yogya No. 06	21.67							
18	Jl. Yogya No. 06.A	15.17	Gagal	15	71.43	5.83	27.78	20	
19	Jl. Yogya No. 08	15.42	Gagal	6	28.57	5.58	26.59	24	
20	Jl. Yogya No. 10	10.42	Gagal	20	95.24	10.58	50.40	24	
21	Jl. Yogya No. 12	17.17	Gagal	19	90.48	3.83	18.25	10	
22	Jl. Yogya No. 12.A	15.42	Gagal	6	28.57	5.58	26.59	24	
23	Jl. Yogya No. 14.A	7.83	Gagal	20	95.24	13.17	62.70	22	
24	Jl. Yogya No. 16	39.50							
25	Jl. Yogya No. 18	3.33	Gagal	21	100.00	17.67	84.13	24	
26	Jl. Yogya No. 20	11.25	Gagal	19	90.48	9.75	46.43	22	
27	Jl. Yogya No. 22	30.04							
28	Jl. Yogya No. 24	17.00	Gagal	12	57.14	4.00	19.05	18	
29	Jl. Yogya No. 26	22.33							
30	Jl. Dr. Kariadi 71	-	Gagal	21	100.00	21.00	100.00	24	
31	Jl. Dr. Kariadi 73	-	Gagal	21				24	
32	Jl. Dr. Kariadi 75	-	Gagal	21	100.00	21.00	100.00	24	

33	Jl. Dr. Kariadi	84	23.54						
34	Jl. Dr. Kariadi	98	58.71						
35	Jl. Dr. Kariadi	08	-	Gagal	21	100.00	21.00	100.00	24
36	Jl. Kedungjati	2	45.83						
37	Jl. Kedungjati	4	28.58						
38	Jl. Kedungjati	6	3.38	Gagal	21	100.00	17.63	83.93	24
39	Jl. Kedungjati	8	22.17						
40	Jl. Kedungjati	10	16.92	Gagal	16	76.19	4.08	19.44	19
41	Jl. Kedungjati	10.A	16.92	Gagal	21	100.00	4.08	19.44	21
42	Jl. Kedungjati	12	34.58						
43	Jl. Kedungjati	14	20.83	Gagal	20	95.24	0.17	0.79	13
44	Jl. Kedungjati	14.A	18.67	Gagal	20	95.24	2.33	11.11	12
45	Jl. Kedungjati	16	16.25	Gagal	17	80.95	4.75	22.62	17
46	Jl. Kedungjati	18	22.17						
47	Jl. Kedungjati	20	26.04						
48	Jl. Kedungjati	22	21.21						
49	Jl. Kedungjati	24	14.88	Gagal	20	95.24	6.13	29.17	19
50	Jl. Kedungjati	26	55.75						
51	Jl. Kedungjati	5	45.13						
52	Jl. Kedungjati	3	28.50						
53	Masjid		18.17	Gagal	11	52.38	2.83	13.49	16
54	Jl. Gundih	01	83.29						
55	Jl. Gundih	02	8.92	Gagal	20	95.24	12.08	57.54	24
56	Jl. Gundih	03	48.83						
57	Jl. Gundih	04	24.21						
58	Jl. Gundih	05	-	Gagal	21	87.50	21.00	100.00	24
59	Jl. Gundih	06	28.63						
60	Jl. Solo.	01	83.29						
61	Jl. Solo.	03	8.92	Gagal	20	95.24	12.08	57.54	24
62	Jl. Solo.	05	48.83		-9	(42.86)	(27.83)	(132.54)	0
63	Jl. Solo.	07	24.21		21	100.00	(3.21)	(15.28)	14
64	Jl. Solo.	09	-	Gagal	21	100.00	21.00	100.00	24
65	Jl. Solo.	11	28.63		19	.48	(7.63)	(36.31)	13
66	Jl. Solo.	11.A	-	Gagal	21	100.00	21.00	100.00	0
67	Jl. Solo.	11.A	-	Gagal	21	100.00	21.00	100.00	0
68	Jl. Solo.	15	-	Gagal					
69	Jl. Solo.	17	-	Gagal	21	100.00	21.00	100.00	0
70	Jl. Solo.	17.A	-	Gagal	21	100.00	21.00	100.00	0
71	Jl. Solo.	19	-	Gagal					



Gambar 5.4 Histogram bulan "Gagal" di tingkat pelanggan

Tabel 5.5.
KinerjaTingkat Pelayanan Air Bersih PDAM
Di kompl. Perumahan PJKA – Semarang
(Januari 2001 s.d. Desember 2002)

No.	Parameter	Nilai	Unit
1.	Kejadian "Kurang"	54.93	%
	Keandalan	45.07	%
2.	DEFISIT MAKSIMUM		
	Kekurangan Rerata	17.95	M ³ /bln
	Kekurangan Minimum	6.00	M ³ /bln
	Kekurangan Maksimum	21.00	M ³ /bln
	Rasio Kekurangan Rerata	85.15	%
	Rasio Kekurangan Minimum	28.57	%
	Rasio Kekurangan Maksimum	100.00	%
3.	DEFISIT RERATA		
	Kekurangan Rerata	10.83	m ³ /bln
	Kekurangan Minimum	0.17	m ³ /bln
	Kekurangan Maksimum	21.00	m ³ /bln
	Rasio Kekurangan Rerata	51.57	%
	Rasio Kekurangan Minimum	0.79	%
	Rasio Kekurangan Maksimum	100.00	%
4.	KELENTINGAN		
	Lama Rerata Dalam Keadaan "Gagal" Secara Kontinyu	11.38	bulan
	Frekuensi Terjadinya	2.24	kali

5.1.1. Perhitungan Kebutuhan Air Bersih untuk Program

Dalam menganalisis kinerja jaringan air bersih PDAM pada daerah penelitian ini tidak terlepas dari analisis “Jaringan pipa makro sekaligus jaringan pipa mikronya” / terpadu, sehingga dalam perhitungan “Kinerja-jaringan” diperhitungkan dan menjadi satu kesatuan yang utuh / tidak di pecah pecah dan hal ini sangat memungkinkan dilakukan pada analisis dengan program Epanet.

Dalam sistim pengoperasian Reservoir di lakukan pola bukaan valve / katub yang berbeda khususnya pada valve no 17 di Reservoir Gajahmungkur dimana valve dan pipa jaringannya mensuplai air (inflow) menuju ke lokasi penelitian

Perbedaan kondisi pengoperasian dari valve No.17 adalah sebagai berikut :

- Kondisi valve dibuka 33% = 5 kali putaran valve akan mensuplai inflow sebesar 125,00 Liter/detik (Inflow minimum)
- Kondisi valve dibuka 67% = 10 kali putaran valve akan mensuplai inflow sebesar 250,00 Liter/detik (Inflow rerata)
- Kondisi valve dibuka 100% = 15 kali putaran valve akan mensuplai inflow sebesar 375,00 Liter/detik (Inflow maximum)

Sedangkan untuk kebutuhan air / demand pada Jaringan mikro-nya, perhitungan didasarkan pada data kebutuhan air / demand sebagai berikut :

- Kebutuhan air dipelanggan “maximum”(Demand Q max) tiap-tiap “Node” yaitu , diambil dari kebutuhan maximum yang pernah terjadi pada data pencatatan meter air pelanggan (data 2 tahun lalu, th 2001-2002 dan th 2002 – 2003), sumber data PDAM Semarang Tengah.

- Kebutuhan air dipelanggan “rerata” (Demand Q rerata) tiap-tiap “Node” yaitu , diambil dari kebutuhan rerata yang pernah terjadi pada data pencatatan meter air pelanggan (data 2 tahun la'u, di th 2001-2002 dan th 2002 – 2003), sumber data PDAM Semarang Tengah.
- Kebutuhan air dipelanggan “minimum” (Demand Q min.) tiap-tiap “Node” yaitu , diambil dari kebutuhan minimum yang pernah terjadi pada data pencatatan meter air pelanggan (data 2 tahun th 2001-2002 dan th 2002 – 2003), sumber data PDAM Semarang Tengah.
- Kebutuhan air dipelanggan jika didasarkan jumlah orang yang menghuni dalam tiap-tiap kepala keluarga / KK dikalikan dengan kebutuhan tiap orang-nya sesuai pedoman / standar PU Cipta Karya yaitu sebesar = 170 Liter/Orang/Hari dapat lihat tabel betrikut :

Selanjutnya kebutuhan air berdasarkan kebutuhan pelanggan yang tercatat pada meteran PDAM tiap bulannya selama kira-kira 2 tahun atau 24 bulan disajikan pada tabel berikut, dimana kebutuhan tersebut dibedakan antara kebutuhan maximum , rerata dan minimum-nya.

Ketiga pola bukaan valve tersebut diatas telah di nyatakan dalam standart operation procedure (SOP) dengan mendasarkan kepada kondisi inflow dari IPA Kaligarang I s/d IV yang memproduksi air bersih yang dialirkan dengan bantuan pompa / boster pompa menuju ke control tank dan “Reservoir Gajahmungkur” yang berkapasitas 5.000 M3 , lokasinya terletak diatas IPA Kaligarang.

Dengan demikian didalam analisis menggunakan program komputer Epanet V.2,00 juga secara masukan / input inflow dikondisikan seperti :

1. Inflow maximum ke Jaringan makro sebesar 125,00 Liter/detik pada 33% bukaan valve
2. Inflow rerata ke Jaringan makro sebesar 250,00 Liter/detik pada 66% bukaan valve
3. Inflow maximum ke Jaringan makro sebesar 375,00 Liter/detik pada 100% bukaan valve

Selanjutnya pada jaringan pipa mikro (dilokasi penelitian) input data mengenai "Demand / kebutuhan debit air ditingkat pelanggan yang di-plot di setiap "Junction" / titik pelanggan di kondisikan 4 (empat) kondisi sebagai berikut

- Demand / kebutuhan debit max. ditingkat Pelanggan (Q_{max}) dalam satuan liter/detik
- Demand / kebutuhan debit rerata ditingkat Pelanggan (Q_{rerata}) dalam satuan liter/detik
- Demand / kebutuhan debit max. Pelanggan (Q_{max}) dalam satuan liter/detik, dan
- Demand / kebutuhan debit sesuai standar DPU Pelanggan ($Q - DPU$) dalam satuan liter/detik.

Data tersebut mengacu pada data sekunder mengenai pencatatan meter air pelanggan dengan mengambil data 2(dua) tahun berjalan yakni data HPM th 2001-2002 dan th 2002-2003 (terlampir)

Dengan demikian running program sebanyak 12 (dua belas) kali simulasi program dengan mengacu kepada pola inflow dari reservoir 3 (tiga) kondisi dan pola demand/kebutuhan debit air di tingkat pelanggan ada 4 (empat) kondisi atau

sebanyak 12 kali "Running program" dan hasil-hasilnya seperti terlampir pada lampiran Tesis ini

5.1.2. Analisis pengoperasian jaringan air bersih dengan Program Epanet

Penggunaan analisis komputer dengan Program "Epanet" dihitung sebagai satu kesatuan jaringan terpadu antara jaringan pipa makro dan jaringan pipa mikronya oleh karena kecanggihannya dari perangkat lunak tersebut memungkinkan dilakukan analisis secara terpadu. Analisis sebanyak : 12 (duabelas) kali dengan berbagai tingkat kebutuhan / debit air dipelanggan yang diletakkan pada tiap-tiap node dengan berbagai "kebutuhan air / flow of demand" yaitu :

Kebutuhan maximum , kebutuhan rerata dan kebutuhan minimum pelanggan, untuk lebih jelasnya disampaikan sebagai berikut :

Running 1, 2, 3, dan 4 di-analisis dengan "Inflow minimum" sebesar : 125,00 Liter/detik dengan :

- a). Kebutuhan "rerata" pelanggan pada daerah penelitian seperti dilihat pada table 5.1. (Running Pertama)
- b). Kebutuhan "maximum" pelanggan pada daerah penelitian seperti dilihat pada lampiran (Running Kedua)
- c). Kebutuhan "minimum" pelanggan pada daerah penelitian seperti dilihat pada lampiran. (Running Ketiga)
- d). Kebutuhan "Standart PU-CK" pelanggan pada daerah penelitian seperti dilihat pada lampiran (Running Keempat)

Running 5, 6, 7, dan 8 di-analisis dengan "Inflow rerata" sebesar : 250,00 Liter/detik dengan :

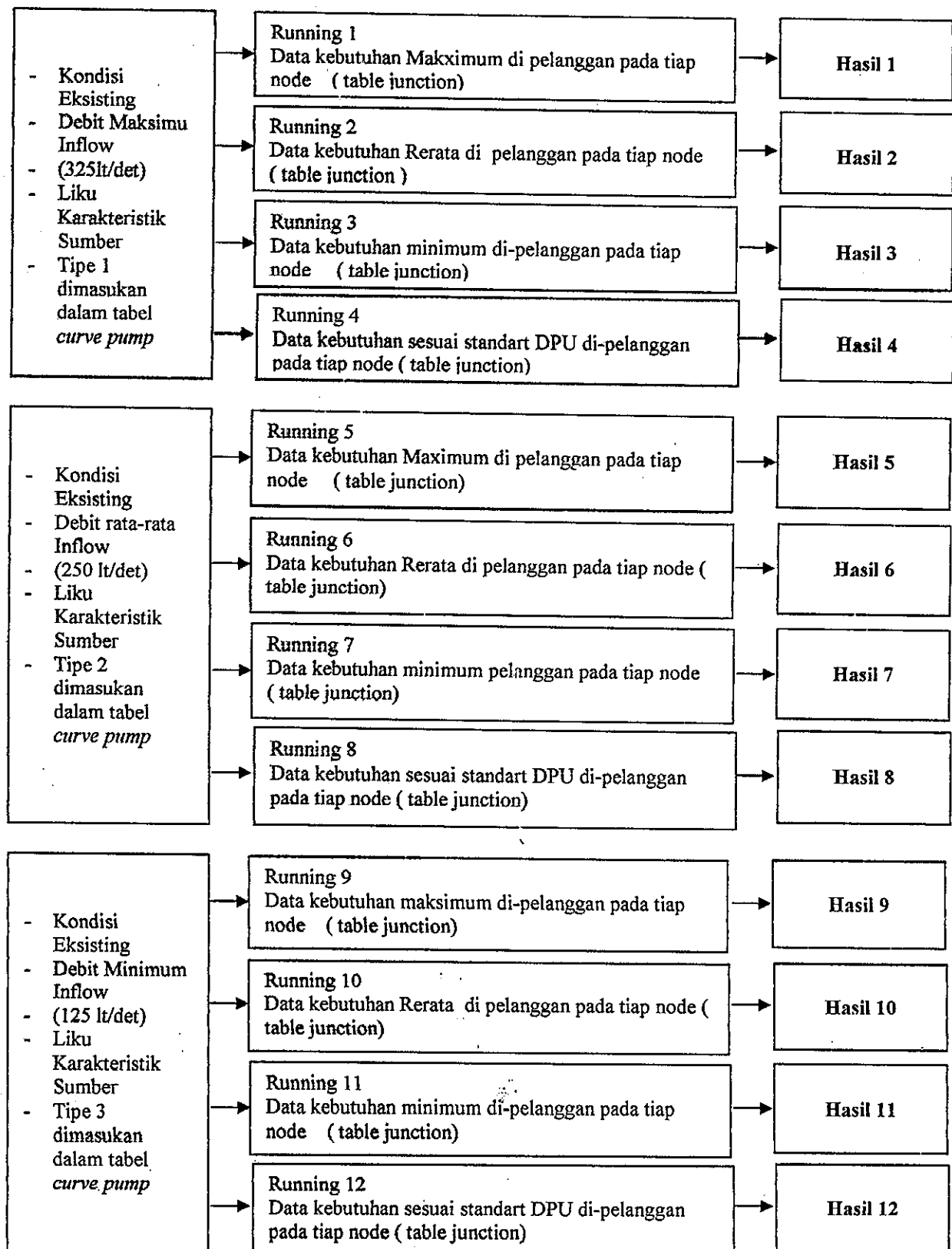
- a). Kebutuhan “maximum” pelanggan pada daerah penelitian seperti dilihat pada lampiran (Running Kelima)
- b). Kebutuhan “rerata” pelanggan pada daerah penelitian seperti dilihat lampiran (Running Keenam)
- c). Kebutuhan “minimum” pelanggan pada daerah penelitian seperti dilihat pada lampiran. (Running Ketujuh)
- d). Kebutuhan “Standart DPU” pelanggan pada daerah penelitian seperti dilihat pada lampiran (Running Kedelapan)

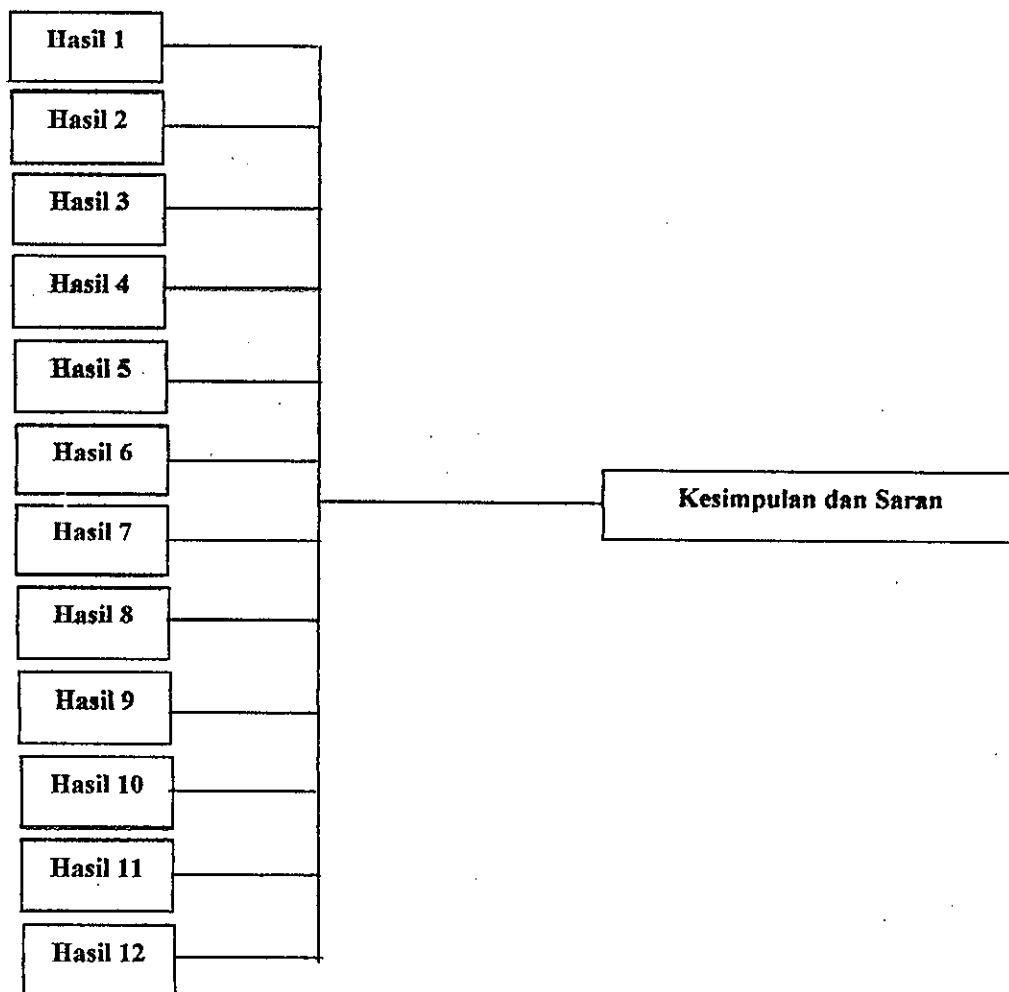
Running 9, 10, 11, dan 12 di-analisis dengan “Inflow Minimum” sebesar : 125

Liter/detik dengan :

- a). Kebutuhan “maximum” pelanggan pada daerah penelitian seperti dilihat pada lampiran (Running Kesembilan)
- b). Kebutuhan “maximum” pelanggan pada daerah penelitian seperti dilihat pada lampiran (Running Kesepuluh)
- c). Kebutuhan “minimum” pelanggan pada daerah penelitian seperti dilihat pada lampiran (Running Kesebelas)
- d). Kebutuhan “Standart DPU” pelanggan pada daerah penelitian seperti dilihat pada table 5.1. (Running Keduabelas)

Adapun “Bagan Alur Proses Pelaksanaan “ running program dengan software “Epanet” dapat dilihat pada gambar : 5.2. berikut ini, dan hasil running test pertama (#1) sampai dengan “running test” ke (#12) dapat dilihat dilampiran.





Gambar : 5.2. Skema Running Program Epanet

5.2. Pembahasan

Dari hasil “Analisis Kinerja Jaringan Air Bersih” berdasarkan survei lapangan dan analisis teoritis dengan program “Epanet” dapat diketahui data yang menghasilkan hasil kinerja Jaringan Air Bersih PDAM di Perkotaan dalam hubungannya dengan Parameter “Debit” dan “Tekanan” air, sedangkan kontinuitas air hanya sebagai pelengkap dan penunjang”Analisis”.

5.2.1. Hasil Analisis Debit Air

Berdasarkan pengamatan dilapangan / pengukuran debit air pemakaian dari hasil survei dapat dilihat sebagai berikut :

Di titik titik survei 6 (enam) lokasi didaerah penelitian komplek Perumahan PJKA

Kel Randusari Semarang antara lain :

Di lokasi # 1 :

- Pemakaian rerata terendah pada jam 07:00, dengan pemakaian sebesar 0,20 m³/jam atau sebesar : 0,0555 liter/ detik
- Pemakaian rerata tertinggi pada jam 19:00, dengan pemakaian sebesar 1,10 m³/jam atau sebesar : 0,3055 liter/detik

Di lokasi # 2 :

- Pemakaian rerata terendah pada jam 07:00, dengan pemakaian sebesar 0,140 m³/jam atau sebesar : 0,038 liter/detik
- Pemakaian rerata tertinggi pada jam 17:00, dengan pemakaian sebesar 0,48 m³/jam atau sebesar : 0,1333 liter/ detik

Di lokasi # 3 :

- Pemakaian rerata terendah pada jam 07:00, dengan pemakaian sebesar 0,14 m³/jam atau sebesar : 0,0380 liter/detik
- Pemakaian rerata tertinggi pada jam 17:00, dengan pemakaian sebesar 0,39 m³/jam atau sebesar : 0,1083 liter/detik

Di lokasi #4 :

- Pemakaian rerata terendah pada jam 07:00, dengan pemakaian sebesar 0,12 m³/jam atau sebesar : 0,0330 liter/detik
- Pemakaian rerata tertinggi pada jam 17:00, dengan pemakaian sebesar 0,40 m³/jam atau sebesar : 0,1110 liter/detik

Di lokasi # 5

- Pemakaian rerata terendah pada jam 07:00, dengan pemakaian sebesar 0,15 m³/jam atau sebesar : 0,0416 liter/detik
- Pemakaian rerata tertinggi pada jam 17:00, dengan pemakaian sebesar 0,50 m³/jam atau sebesar : 0,138 liter/detik

Di lokasi # 6

- Pemakaian rerata terendah pada jam 07:00, dengan pemakaian sebesar 0,28 m³/jam atau sebesar : 0,077 liter/detik
- Pemakaian rerata tertinggi pada jam 17:00, dengan pemakaian sebesar 0,65 m³/jam atau sebesar : 0,180 liter/detik

Dari hasil survey secara langsung diadakan tanya jawab kepada para pelanggan PDAM di lokasi penelitian dapat disimpulkan bahwa "debit yang mengalir" di kompleks perumahan dinas PJKK khususnya tidak pernah mengalami air mati tidak mengalir sama sekali, kecuali ada perbaikan instalasi milik PDAM jadi tidak ada keluhan adanya keaurangan air sama sekali, dengan demikian secara kontinuitas air mengalir cukup baik.

5.2.2. Hasil Pengamatan Tekanan Air

Dari beberapa pengamatan dengan melakukan pengukuran tinggi tekanan air dilokasi studi diketahui dari 6 (enam) lokasi pengukuran (titik survei), tinggi tekanan air terendah adalah sebesar = 0.10 ATM atau 1.034.Meter dan Tekanan tertinggi adalah sebesar = 2.20. ATM atau sebesar = 22.76 Meter.

Selama waktu pengukuran dapat dilihat bahwa tinggai tekakan terendah terjadi pada pukul : 22.00 wib sampai dengan pukul: 04.00wib , dan tinggi tekanan tertinggi terjadi pada Jam : 14.00 keatas, hal tersebut sesuai dengan pemakaian air bersih tertinggi dan terendah pada pelanggan didaerah penelitian. Dimana pada pemakaian air puncak (Peak) dan aktivitas penghuni yang hamper bersamaan, tekanan air akan menjadi rendah.

Pada pemakaian air terendah tekanan air akan menjadi "tinggi", ini juga dikarenakan pada jam-jam tertentu penghuni hamper tidak melakukan aktivitas yang cukup berarti.

5.2.3. Hasil Pengamatan Kontinuitas Aliran

Bila dilihat dari pengamatan selama survei di Perumahan Dinas PJKA / PT.KAI Semarang bahwa kontinuitas dari aliran air bersih yang disuplai oleh PDAM Semarang menunjuk-kan bahwa air mengalir selama 24 Jam dan berjalan dengan "lancar" tanpa pernah terjadi air tidak mengalir , kecuali ada kerusakan pada Jaringan pipa Transmisi atau Pipa Distribusi.

Ditinjau terhadap standart Kontinuitas aliran menurut PDAM adalah minimal sebesar = 8 Jam mengalir.sehari, maka kontinuitas aliran dilokasi studi sudah memenuhi syarat dan dapat dikatakan “ baik”

5.2.4. Hasil Analisis Program terhadap Debit dan Tekanan Air

Dari hasil program “running” Epanet maka pada kondisi existing untuk jaringan Pipa Makro-nya dengan kebutuhan maximum dan dengan kondisi ke Tiga Inflow, baik itu kondisi “minimum”, “maximum” ataupun “rerata” hasilnya adalah Jaringan pada pipa makro berapa “Node” mengalami tekanan : positif yang sangat besar. Untuk mengatasi-nya dapat diupayakan dengan pemasangan accessories penurun tekanan berupa : PRV (Pressure Reducing Valve).ditempat yang membutuhkan diharapkan tekanan dapat turun.

Pada daerah penelitian menunjukkan adanya tekanan : positif dan tinggi, namun masih memenuhi , sedangkan untuk kondisi existing jaringan pipa mikro atau didaerah penelitian maka “debit” cukup memadai, meskipun beberapa pipa menunjukkan masih kurang memenuhi kebutuhan yang ada.

5.2.5. Hasil perbandingan debit pembacaan meter air dan tekanan air survei lapangan dengan hasil-hasil analisis dengan Program Waterwork / Epanet.

Untuk debit air dari Table 5.2. dan Tabel 5.3. dapat diketahui bahwa beberapa lokasi dari hasil analisis teoritis dengan berbagai kebutuhan maximum,

rerata, dan minimum ada yang melebihi dan ada yang kurang memenuhi dari kebutuhan riil-nya namun lebih banyak yang melebihi yaitu sebagai berikut :

1. Untuk kebutuhan maximum-nya dengan Inflow maximum hasil analisis yang melebihi ada : 40 Pelanggan yang kurang ada 31. Pelanggan
2. Untuk kebutuhan maximum-nya dengan Inflow minimum hasil analisis yang melebihi ada : 40 Pelanggan yang kurang ada 31 Pelanggan
3. Untuk kebutuhan maximum-nya dengan Inflow rerata hasil analisis yang melebihi ada : 40 Pelanggan yang kurang ada 31 Pelanggan
4. Untuk kebutuhan rerata dengan Inflow maximum hasil analisis yang melebihi ada : 40 Pelanggan yang kurang ada 31 Pelanggan
5. Untuk kebutuhan rerata dengan Inflow rerata hasil analisis yang melebihi ada : 40 Pelanggan yang kurang ada 31 Pelanggan
6. Untuk kebutuhan rerata dengan Inflow minimum hasil analisis yang melebihi ada : 40 Pelanggan yang kurang ada 31 Pelanggan
7. Untuk kebutuhan minimum dengan Inflow maximum hasil analisis yang melebihi ada : 22 Pelanggan yang kurang ada 49 Pelanggan
8. Untuk kebutuhan minimum dengan Inflow rerata hasil analisis yang melebihi ada : 22 Pelanggan yang kurang ada 49 Pelanggan
9. Untuk kebutuhan minimum dengan Inflow minimum hasil analisis yang melebihi ada : 40 Pelanggan yang kurang ada 31 Pelanggan
10. Untuk kebutuhan sesuai dengan standart DPU Cipta Karya dengan Inflow maximum yang melebihi ada : 39 Pelanggan dan yang kurang ada 32 Pelanggan

11. Untuk kebutuhan sesuai dengan standart DPU Cipta Karya dengan Inflow rerata yang melebihi ada : 39 Pelanggan dan yang kurang ada 32 Pelanggan

12. Untuk kebutuhan sesuai dengan standart DPU Cipta Karya dengan Inflow minimum yang melebihi ada : 39 Pelanggan dan yang kurang ada 32 Pelanggan.

Pada item 10 , 11, 12 tersebut diatas tidak berdasarkan “hasil pencatatan meteran pelanggan” tetapi berdasarkan jumlah kebutuhan air bersih dalam 1(satu) pelanggan-nya, dimana kebutuhan 1 orang-nya berdasarkan standar DPU Cipta Karya (170 Lt/Org/Hari). Sedangkan untuk tekanan air dapat dilihat pada Tabel : 5.6. dapat diketahui bahwa “tinggi tekanan rerata” hasil pengukuran dilapangan di 6 (enam) lokasi sample hampir seluruhnya lebih kecil dari hasil teoritis adapun hasilnya adalah seperti Tabel 5.5 s/d Tabel 5.10

Tabel : 5.5.
Perbandingan hasil tekanan air hasil analisis teoritis
dengan pembacaan tekanan air di lapangan dari hasil
"Running # 1"

No.	Titik Pelanggan Node ID titik survei	Alamat Pelanggan Air Bersih PDAM	Hasil pembacaan Tekanan Air di Lapangan			Hasil Analisis Teoritis Running # 1 (m)	Perbedaan hasil Selisih Tekanan Air		
			Max. (m)	Rerata (m)	Min. (m)		Max (m)	Rerata (m)	Min (m)
1	Node 33	Jl.Veteran 18a	9.00	5.00	1.00	50.45	49.45	24.73	41.45
2	Node 58	Jl. Yogya 04	9.00	5.00	1.00	55.31	54.31	27.16	46.31
3	Node 64	Jl. Kariadi 84	22.00	11.50	1.00	55.92	54.92	27.46	33.92
4	Node 71	Jl.Kedungjati 05	11.00	6.00	1.00	55.33	95.33	27.17	44.33
5	Node 92	Jl. Gundih 03	9.00	5.00	1.00	56.01	55.01	27.51	47.01
6	Node 103	Jl. Solo 11 A	19.00	10.00	1.00	55.02	54.02	27.01	36.02

Hasil Running # 2

No.	Titik Pelanggan Node ID titik survei	Alamat Pelanggan Air Bersih PDAM	Hasil pembacaan Tekanan Air di Lapangan			Hasil Analisis Teoritis Running # 2 (m)	Perbedaan hasil Selisih Tekanan Air		
			Max. (m)	Rerata (m)	Min. (m)		Max (m)	Rerata (m)	Min (m)
1	Node 33	Jl.Veteran 18a	9.00	5.00	1.00	50.55	49.55	27.78	41.55
2	Node 58	Jl. Yogya 04	9.00	5.00	1.00	55.24	54.24	27.12	46.24
3	Node 64	Jl. Kariadi 84	22.00	11.50	1.00	56.04	55.04	27.52	34.04
4	Node 71	Jl.Kedungjati 05	11.00	6.00	1.00	55.44	54.44	27.22	44.44
5	Node 92	Jl. Gundih 03	9.00	5.00	1.00	56.14	55.14	27.57	47.14
6	Node 103	Jl. Solo 11 A	19.00	10.00	1.00	55.14	54.14	27.07	36.14

Tabel : 5.6.
Perbandingan hasil tekanan air hasil analitis teoritis
dengan pembacaan tekanan air di lapangan dari hasil
"Running # 3"

No.	Titik Pelanggan Node ID titik survei	Alamat Pelanggan Air Bersih PDAM	Hasil pembacaan Tekanan Air di Lapangan			Hasil Analisis Teoritis Running # 3 (m)	Perbedaan hasil Selisih Tekanan Air		
			Max. (m)	Rerata (m)	Min. (m)		Max (m)	Rerata (m)	Min (m)
1	Node 33	Jl.Veteran 18a	9.00	5.00	1.00	50.52	49.52	24.76	41.52
2	Node 58	Jl. Yogya 04	9.00	5.00	1.00	55.20	54.20	27.10	46.20
3	Node 64	Jl. Kariadi 84	22.00	11.50	1.00	56.00	55.00	27.50	34.00
4	Node 71	Jl.Kedungjati 05	11.00	6.00	1.00	55.41	54.41	27.21	44.41
5	Node 92	Jl. Gundih 03	9.00	5.00	1.00	56.10	55.10	27.55	47.10
6	Node 103	Jl. Solo 11 A	19.00	10.00	1.00	55.10	54.10	27.05	36.10

Hasil Running # 4

No.	Titik Pelanggan Node ID titik survei	Alamat Pelanggan Air Bersih PDAM	Hasil pembacaan Tekanan Air di Lapangan			Hasil Analisis Teoritis Running # 4 (m)	Perbedaan hasil Selisih Tekanan Air		
			Max. (m)	Rerata (m)	Min. (m)		Max (m)	Rerata (m)	Min (m)
1	Node 33	Jl.Veteran 18a	9.00	5.00	1.00	50.52	49.52	24.76	41.52
2	Node 58	Jl. Yogya 04	9.00	5.00	1.00	55.20	54.20	27.10	46.20
3	Node 64	Jl. Kariadi 84	22.00	11.50	1.00	56.00	55.00	27.50	34.00
4	Node 71	Jl.Kedungjati 05	11.00	6.00	1.00	55.41	54.41	27.21	44.41
5	Node 92	Jl. Gundih 03	9.00	5.00	1.00	56.10	55.10	27.55	47.10
6	Node 103	Jl. Solo 11 A	19.00	10.00	1.00	55.10	54.10	27.05	36.10

Tabel : 5.7.
Perbandingan hasil tekanan air hasil analitis teoritis
dengan pembacaan tekanan air di lapangan dari hasil
"Running # 5"

No.	Titik Pelanggan Node ID titik survei	Alamat Pelanggan Air Bersih PDAM	Hasil pembacaan Tekanan Air di Lapangan			Hasil Analisis Teoritis Running # 5 (m)	Perbedaan hasil Selisih Tekanan Air		
			Max. (m)	Rerata (m)	Min. (m)		Max (m)	Rerata (m)	Min (m)
1	Node 33	Jl. Veteran 18a	9.00	5.00	1.00	47.45	46.45	23.23	38.45
2	Node 58	Jl. Yogya 04	9.00	5.00	1.00	52.11	51.11	25.56	43.11
3	Node 64	Jl. Kariadi 84	22.00	11.50	1.00	52.91	51.91	25.96	30.91
4	Node 71	Jl. Kedungjati 05	11.00	6.00	1.00	52.33	51.33	25.67	41.33
5	Node 92	Jl. Gundih 03	9.00	5.00	1.00	53.01	52.01	26.01	41.01
6	Node 103	Jl. Solo 11 A	19.00	10.00	1.00	52.01	51.01	25.51	33.01

Hasil Running # 6

No.	Titik Pelanggan Node ID titik survei	Alamat Pelanggan Air Bersih PDAM	Hasil pembacaan Tekanan Air di Lapangan			Hasil Analisis Teoritis Running # 6 (m)	Perbedaan hasil Selisih Tekanan Air		
			Max. (m)	Rerata (m)	Min. (m)		Max (m)	Rerata (m)	Min (m)
1	Node 33	Jl. Veteran 18a	9.00	5.00	1.00	47.55	46.55	23.23	38.55
2	Node 58	Jl. Yogya 04	9.00	5.00	1.00	52.25	51.25	25.56	43.25
3	Node 64	Jl. Kariadi 84	22.00	11.50	1.00	53.05	52.05	25.96	31.05
4	Node 71	Jl. Kedungjati 05	11.00	6.00	1.00	52.45	51.45	25.67	41.45
5	Node 92	Jl. Gundih 03	9.00	5.00	1.00	53.15	52.15	26.01	44.15
6	Node 103	Jl. Solo 11 A	19.00	10.00	1.00	52.15	51.15	25.51	33.15

Tabel : 5.8.
Perbandingan hasil tekanan air hasil analitis teoritis
dengan pembacaan tekanan air di lapangan dari hasil
"Running # 7"

No.	Titik Pelanggan Node ID titik survei	Alamat Pelanggan Air Bersih PDAM	Hasil pembacaan Tekanan Air di Lapangan			Hasil Analisis Teoritis Running # 7 (m)	Perbedaan hasil Selisih Tekanan Air		
			Max. (m)	Rerata (m)	Min. (m)		Max (m)	Rerata (m)	Min (m)
1	Node 33	Jl.Veteran 18a	9.00	5.00	1.00	47.59	46.59	22.30	38.59
2	Node 58	Jl. Yogya 04	9.00	5.00	1.00	52.29	51.29	25.65	43.29
3	Node 64	Jl. Kariadi 84	22.00	11.50	1.00	53.09	52.09	26.05	31.09
4	Node 71	Jl.Kedungjati 05	11.00	6.00	1.00	52.49	51.49	25.75	41.49
5	Node 92	Jl. Gundih 03	9.00	5.00	1.00	53.19	52.19	26.10	44.19
6	Node 103	Jl. Solo 11 A	19.00	10.00	1.00	52.19	51.19	26.10	33.19

Hasil Running # 8

No.	Titik Pelanggan Node ID titik survei	Alamat Pelanggan Air Bersih PDAM	Hasil pembacaan Tekanan Air di Lapangan			Hasil Analisis Teoritis Running # 8 (m)	Perbedaan hasil Selisih Tekanan Air		
			Max. (m)	Rerata (m)	Min. (m)		Max (m)	Rerata (m)	Min (m)
1	Node 33	Jl.Veteran 18a	9.00	5.00	1.00	47.52	46.52	23.26	38.52
2	Node 58	Jl. Yogya 04	9.00	5.00	1.00	52.21	51.21	25.61	43.21
3	Node 64	Jl. Kariadi 84	22.00	11.50	1.00	53.01	52.01	26.01	31.01
4	Node 71	Jl.Kedungjati 05	11.00	6.00	1.00	52.41	51.41	25.71	41.41
5	Node 92	Jl. Gundih 03	9.00	5.00	1.00	53.11	52.11	26.06	44.11
6	Node 103	Jl. Solo 11 A	19.00	10.00	1.00	52.11	51.11	25.56	33.11

Tabel : 5.9.
Perbandingan hasil tekanan air hasil analitis teoritis
dengan pembacaan tekanan air di lapangan dari hasil
"Running # 9"

No.	Titik Pelanggan Node ID titik survei	Alamat Pelanggan Air Bersih PDAM	Hasil pembacaan			Hasil Analisis Teoritis Running # 9 (m)	Perbedaan hasil		
			Tekanan Air di Lapangan				Selisih Tekanan Air		
			Max. (m)	Rerata (m)	Min. (m)		Max (m)	Rerata (m)	Min (m)
1	Node 33	Jl.Veteran 18a	9.00	5.00	1.00	44.22	43.22	21.61	35.22
2	Node 58	Jl. Yogya 04	9.00	5.00	1.00	48.91	47.91	23.96	39.91
3	Node 64	Jl. Kariadi 84	22.00	11.50	1.00	49.71	48.71	24.36	27.71
4	Node 71	Jl.Kedungjati 05	11.00	6.00	1.00	49.12	48.12	24.06	38.12
5	Node 92	Jl. Gundih 03	9.00	5.00	1.00	49.12	48.12	24.06	40.12
6	Node 103	Jl. Solo 11 A	19.00	10.00	1.00	49.12	48.12	24.06	30.12

Hasil Running # 10

No.	Titik Pelanggan	Alamat Pelanggan	Hasil pembacaan			Hasil Analisis	Perbedaan hasil		
	Node ID titik survei	Air Bersih PDAM	Tekanan Air di Lapangan			Teoritis Running # 10 (m)	Selisih Tekanan Air		
			Max. (m)	Rerata (m)	Min. (m)		Max (m)	Rerata (m)	Min (m)
1	Node 33	Jl.Veteran 18a	9.00	5.00	1.00	44.22	43.22	21.61	35.22
2	Node 58	Jl. Yogya 04	9.00	5.00	1.00	48.91	47.91	23.96	39.91
3	Node 64	Jl. Kariadi 84	22.00	11.50	1.00	49.71	48.71	24.36	27.71
4	Node 71	Jl.Kedungjati 05	11.00	6.00	1.00	49.12	48.12	24.06	38.12
5	Node 92	Jl. Gundih 03	9.00	5.00	1.00	49.12	48.12	24.06	40.12
6	Node 103	Jl. Solo 11 A	19.00	10.00	1.00	49.12	48.12	24.06	30.12

Tabel : 5.10.
Perbandingan hasil tekanan air hasil analitis teoritis
dengan pembacaan tekanan air di lapangan dari hasil
"Running # 11"

No.	Titik Pelanggan Node ID titik survei	Alamat Pelanggan Air Bersih PDAM	Hasil pembacaan Tekanan Air di Lapangan			Hasil Analisis Teoritis Running # 11 (m)	Perbedaan hasil Selisih Tekanan Air		
			Max. (m)	Rerata (m)	Min. (m)		Max (m)	Rerata (m)	Min (m)
1	Node 33	Jl.Veteran 18a	9.00	5.00	1.00	44.22	43.22	21.61	35.22
2	Node 58	Jl. Yogya 04	9.00	5.00	1.00	48.91	47.91	29.96	39.91
3	Node 64	Jl. Kariadi 84	22.00	11.50	1.00	49.71	48.71	24.36	27.71
4	Node 71	Jl.Kedungjati 05	11.00	6.00	1.00	49.12	48.12	24.06	38.12
5	Node 92	Jl. Gundih 03	9.00	5.00	1.00	49.12	48.12	24.06	40.12
6	Node 103	Jl. Solo 11 A	19.00	10.00	1.00	49.12	48.12	24.06	30.12

Hasil Running # 12

No.	Titik Pelanggan Node ID titik survei	Alamat Pelanggan Air Bersih PDAM	Hasil pembacaan Tekanan Air di Lapangan			Hasil Analisis Teoritis Running # 12 (m)	Perbedaan hasil Selisih Tekanan Air		
			Max. (m)	Rerata (m)	Min. (m)		Max (m)	Rerata (m)	Min (m)
1	Node 33	Jl.Veteran 18a	9.00	5.00	1.00	44.22	43.22	21.61	35.22
2	Node 58	Jl. Yogya 04	9.00	5.00	1.00	48.91	47.91	23.96	39.91
3	Node 64	Jl. Kariadi 84	22.00	11.50	1.00	49.71	47.71	24.36	27.71
4	Node 71	Jl.Kedungjati 05	11.00	6.00	1.00	49.12	48.12	24.06	37.12
5	Node 92	Jl. Gundih 03	9.00	5.00	1.00	49.12	48.12	24.06	40.12
6	Node 103	Jl. Solo 11 A	19.00	10.00	1.00	49.12	48.12	24.06	30.12

Tabel 5.11.

Hasil Running # 1 program Epanet
Inflow minimum dengan demand pelanggan Maximum
(*valve opened 33%*)

Junction ID	Base demand Pelanggan liter/detik	Nomor Pipa	Hasil analisis Running # 1 liter/detik	Terjadi defisit (-) liter/detik
Junct-56	0.041667	P - 56	0.010000	-0.031667
Junct-57	0.021219	P - 87	0.010000	-0.011219
Junct-58	0.048225	P - 89	0.010000	-0.038225
Junct-88	0.120370	P - 92	0.040000	-0.080370
Junct-96	0.035494	P - 125	0.000000	-0.035494

Tabel 5.12.

Hasil Running # 1 program Epanet
Inflow minimum dengan demand pelanggan Rerata (*valve opened 33%*)

Junction ID	Base demand Pelanggan liter/detik	Nomor Pipa	Hasil analisis Running # 1 liter/detik	Terjadi defisit (-) liter/detik
Junct-56	0.041667	P - 56	0.010000	-0.031667
Junct-57	0.021219	P - 87	0.010000	-0.011219
Junct-58	0.048225	P - 89	0.010000	-0.038225
Junct-88	0.120370	P - 92	0.040000	-0.080370
Junct-96	0.035494	P - 125	0.000000	-0.035494

Tabel 5.13.
 Hasil Running # 1 program Epanet
 Inflow minimum dengan demand pelanggan Minimum
 (valve opened 33%)

Junction ID	Base demand Pelanggan liter/detik	Nomor Pipa	Hasil analisis Running # 1 liter/detik	Terjadi defisit (-) liter/detik
Junct-56	0.041667	P - 56	0.010000	-0.031667
Junct-57	0.021219	P - 87	0.010000	-0.011219
Junct-58	0.048225	P - 89	0.010000	-0.038225
Junct-88	0.120370	P - 92	0.040000	-0.080370
Junct-96	0.035494	P - 125	0.000000	-0.035494

Tabel 5.14.
 Hasil Running # 1 program Epanet
 Inflow minimum dengan demand pelanggan Max (valve opened 33%)

Junction ID	Base demand Pelanggan liter/detik	Nomor Pipa	Hasil analisis Running # 1 liter/detik	Terjadi defisit (-) liter/detik
Junct-56	0.041667	P - 56	0.010000	-0.031667
Junct-57	0.021219	P - 87	0.010000	-0.011219
Junct-58	0.048225	P - 89	0.010000	-0.038225
Junct-88	0.120370	P - 92	0.040000	-0.080370
Junct-96	0.035494	P - 125	0.000000	-0.035494

Tabel 5.15.

Hasil Running # 1 program Epanet
Inflow minimum dengan demand pelanggan Max (valve opened 33%)

Junction ID	Base demand Pelanggan liter/detik	Nomor Pipa	Hasil analisis Running # 1 liter/detik	Terjadi defisit (-) liter/detik
Junct-56	0.041667	P - 56	0.010000	-0.031667
Junct-57	0.021219	P - 87	0.010000	-0.011219
Junct-58	0.048225	P - 89	0.010000	-0.038225
Junct-88	0.120370	P - 92	0.040000	-0.080370
Junct-96	0.035494	P - 125	0.000000	-0.035494

Tabel 5.16.

Hasil Running # 1 program Epanet
Inflow minimum dengan demand pelanggan Max (valve opened 33%)

Junction ID	Base demand Pelanggan liter/detik	Nomor Pipa	Hasil analisis Running # 1 liter/detik	Terjadi defisit (-) liter/detik
Junct-56	0.041667	P - 56	0.010000	-0.031667
Junct-57	0.021219	P - 87	0.010000	-0.011219
Junct-58	0.048225	P - 89	0.010000	-0.038225
Junct-88	0.120370	P - 92	0.040000	-0.080370
Junct-96	0.035494	P - 125	0.000000	-0.035494

Tabel 5.17.

Hasil Running # 1 program Epanet
Inflow minimum dengan demand pelanggan Max (valve opened 33%)

Junction ID	Base demand Pelanggan liter/detik	Nomor Pipa	Hasil analisis Running # 1 liter/detik	Terjadi defisit (-) liter/detik
Junct-56	0.041667	P - 56	0.010000	-0.031667
Junct-57	0.021219	P - 87	0.010000	-0.011219
Junct-58	0.048225	P - 89	0.010000	-0.038225
Junct-88	0.120370	P - 92	0.040000	-0.080370
Junct-96	0.035494	P - 125	0.000000	-0.035494

Tabel 5.18.

Hasil Running # 1 program Epanet
Inflow minimum dengan demand pelanggan Max (valve opened 33%)

Junction ID	Base demand Pelanggan liter/detik	Nomor Pipa	Hasil analisis Running # 1 liter/detik	Terjadi defisit (-) liter/detik
Junct-56	0.041667	P - 56	0.010000	-0.031667
Junct-57	0.021219	P - 87	0.010000	-0.011219
Junct-58	0.048225	P - 89	0.010000	-0.038225
Junct-88	0.120370	P - 92	0.040000	-0.080370
Junct-96	0.035494	P - 125	0.000000	-0.035494

Tabel 5.19.

Hasil Running # 1 program Epanet
Inflow minimum dengan demand pelanggan Max (valve opened 33%)

Junction ID	Base demand Pelanggan liter/detik	Nomor Pipa	Hasil analisis Running # 1 liter/detik	Terjadi defisit (-) liter/detik
Junct-56	0.041667	P - 56	0.010000	-0.031667
Junct-57	0.021219	P - 87	0.010000	-0.011219
Junct-58	0.048225	P - 89	0.010000	-0.038225
Junct-88	0.120370	P - 92	0.040000	-0.080370
Junct-96	0.035494	P - 125	0.000000	-0.035494

Tabel 5.20.

Hasil Running # 1 program Epanet
Inflow minimum dengan demand pelanggan Max (valve opened 33%)

Junction ID	Base demand Pelanggan liter/detik	Nomor Pipa	Hasil analisis Running # 1 liter/detik	Terjadi defisit (-) liter/detik
Junct-56	0.041667	P - 56	0.010000	-0.031667
Junct-57	0.021219	P - 87	0.010000	-0.011219
Junct-58	0.048225	P - 89	0.010000	-0.038225
Junct-88	0.120370	P - 92	0.040000	-0.080370
Junct-96	0.035494	P - 125	0.000000	-0.035494

Tabel 5.21.

Hasil Running # 1 program Epanet
Inflow minimum dengan demand pelanggan Max (*valve opened 33%*)

Junction ID	Base demand Pelanggan liter/detik	Nomor Pipa	Hasil analisis Running # 1 liter/detik	Terjadi defisit (-) liter/detik
Junct-56	0.041667	P - 56	0.010000	-0.031667
Junct-57	0.021219	P - 87	0.010000	-0.011219
Junct-58	0.048225	P - 89	0.010000	-0.038225
Junct-88	0.120370	P - 92	0.040000	-0.080370
Junct-96	0.035494	P - 125	0.000000	-0.035494

Tabel 5.22.

Hasil Running # 1 program Epanet
Inflow minimum dengan demand pelanggan Max (*valve opened 33%*)

Junction ID	Base demand Pelanggan liter/detik	Nomor Pipa	Hasil analisis Running # 1 liter/detik	Terjadi defisit (-) liter/detik
Junct-56	0.041667	P - 56	0.010000	-0.031667
Junct-57	0.021219	P - 87	0.010000	-0.011219
Junct-58	0.048225	P - 89	0.010000	-0.038225
Junct-88	0.120370	P - 92	0.040000	-0.080370
Junct-96	0.035494	P - 125	0.000000	-0.035494

Tabel 5.23.

Hasil Running # 1 program Epanet
Inflow minimum dengan demand pelanggan Max (*valve opened 33%*)

Junction ID	Base demand Pelanggan liter/detik	Nomor Pipa	Hasil analisis Running # 1 liter/detik	Terjadi defisit (-) liter/detik
Junct-56	0.041667	P - 56	0.010000	-0.031667
Junct-57	0.021219	P - 87	0.010000	-0.011219
Junct-58	0.048225	P - 89	0.010000	-0.038225
Junct-88	0.120370	P - 92	0.040000	-0.080370
Junct-96	0.035494	P - 125	0.000000	-0.035494

Adapun Hasil kontinuitas aliran air Di Pelanggan Kompleks Perumahan Dinas PJKA Semarang Sbb :

Pada kondisi dengan Inflow maximum terjadi kekurangan terkecil sebesar = 3.17 meter dan kekurangan terbesar sebesar = 4.17 meter. Pada kondisi dengan "Inflow rerata" terjadi kekurangan terkecil sebesar = 1.76 meter dan kekurangan terbesar sebesar = 2.76 meter.

Pada kondisi dengan "Inflow minimum" terjadi kekurangan terkecil sebesar = 0.3 meter dan kekurangan terbesar sebesar = 1.3 meter.

Ketidak tepat-an ini biasa terjadi karena beberapa hal diantaranya yaitu :

1. Faktor konfigurasi jaringan pada pemodelan yang tidak dilengkapi dengan accessories jaringan untuk dapat menghasilkan tekanan yang ideal dimasing-masing Pelanggan.
2. Faktor ketelitian "alat" yang dipakai dalam pengukuran tekanan.
3. Kemungkinan didalam jaringan riil-nya terjadi kebocoran kebocoran yang akan mempengaruhi tekanan.
4. Ketepatan data yang kurang "akurat".

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil proses analisis dan pembahasan pada penelitian ini dapat diambil kesimpulan tentang bagaimana kondisi pelayanan Jaringan Air Bersih PDAM di Perkotaan dengan Studi kasus kompleks Perumahan Dinas PJKK / PT.KAI Semarang dan bagaimana kebijakan alternative yang diusulkan.

Kesimpulan :

Dari hasil Analisis terhadap *Debit* berdasarkan pencatatan meter air pelanggan, di lokasi sebanyak 71. Pelanggan secara keseluruhan Tingkat layanan Air oleh PDAM di kompleks PJKK / PT.KAI Semarang masih belum memuaskan yaitu dengan tingkat keandalan yang hanya sekitar : 47 % (sistem dikatakan memuaskan apabila tingkat keadaan minimum sebesar : 80 % memenuhi), dengan lamanya sistem berada dalam kondisi “gagal” sekitar 4 bulan, dan tingkat kegagalan yang sangat bervariasi yaitu antara : 5,5 % sampai 47 %, “ deficit “.

Untuk mengatasi hal tersebut perlu dilakukan upaya-upaya penambahan “sumber air baru” untuk mensuplai air kelokasi yang mengalami kekurangan air. Berdasarkan hasil-hasil pengukuran air di 6 (enam) lokasi sample diketahui bahwa tekanan air bersih belum sesuai dengan standart minimum yang telah ditentukan karena tinggi tekanan air sebagian besar masih rendah.

Tinggi tekanan air terendah adalah = 1,00 Meter, dan tertinggi adalah = 11,00 Meter, tekanan air rerata terendah adalah pada pengukuran jam : 22.00 dan

tertinggi pada pengukuran pada Jam : 09,00 , padahal tekanan air minimum yang harus dipenuhi adalah sebesar : 10,00 kolom air atau sebesar : 1,00 Atm. Dengan demikian penambahan suplai air dari sumber-sumber air baru juga dapat menambah tekanan air di lokasi tersebut.

Ditinjau dari kontinuitas aliran, pelayanan air bersih PDAM dilokasi studi sudah seluruhnya dapat mengalir secara kontinyu selama : 24,00 Jam.

Hal ini telah memenuhi syarat dimana air mengalir minimum selama : 12 jam/sehari yaitu pada Pukul 06.00 – 18.00 wib mengingat kebutuhan air bagi penghuni lebih banyak pagi hingga sore hari secara kontinyu setiap hari. Hal ini juga dapat diatasi dengan pengaturan suplai air yang kontinyu, sehingga air dapat mengalir terus setiap hari.

S a r a n :

- Perlu dilakukan Penelitian lanjutan mengenai kehilangan air jaringan air bersih PDAM Kota Semarang dan distribusi jam jaman debit air PDAM Kota Semarang oleh Lembaga yang independent
- PDAM Kota Semarang perlu menambah “Instrument-instrumet” bagi kelengkapan Jaringan Pipa mikro dan makro dilapangan untuk pengecheck-an selanjutnya.
- Pemakaian program epanet lebih cocok bagi perencanaan jaringan pipa air bersih yang direncanakan “baru” , bukan jaringan existing
- Jika jaringan pipa existing harus tepat sesuai dengan jaringan pipa riilnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2000. Epanet 2,00: *Commands' Summary*.
 - Anonim, 2000. Epanet: *Users' Manual*
 - Anonim. *Buku I : Advance Course Maintenance of Pipeline*, Direktorat Jendral Cipta Karya Pusat Penelitian Bidang AB dan PLP, Departemen Pekerjaan Umum
 - Anonim. *Buku II : Advance Course Maintenance of Pipeline*, Direktorat Jendral Cipta Karya Pusat Penelitian Bidang Air Bersih dan PLP, Departemen Pekerjaan Umum
 - Chochran, W.G., 1977. *Sampling Techniques*, 3th ed. John Wiley & Sons, New York.
 - Featherstone, R.E. and C. Nalluri, 1998. *"Civil Engineering Hydraulics*, BS Profesional Books, London
- Kish, L., 1965. *Survey sampling* John Wiley & Sons, New York.
- Kapur K.C., and L. R. Lamberson, 1977. *Reliability in Engineering Designs*, New York : Willey
 - Kalton, G 1983. *Introduction to Survey Sampling*, Beverly Hills, California Sage Publication.
 - McGhee, Terence J., 1991. *Water Supply and Sewerage*, McGraw Hill, Inc, New York
 - Mays, L. W., and Y, K. Tung, 1992. *"Hydrosystems Engineering and Management."* McGraw Hill, New York.

- O'Connor, Patrick, 1995 . *"Practical Reliability Engineering"* , John Wiley & Sons, Inc, New York.
- Peavy, Howards s., Donald R. Rowe, and George Tchobanoglous, 1986.
- *"Environmental Engineering "*, McGraw Hill, Inc, New York.
- *"Pemerintah Daerah Kotamadya Semarang, Perusahaan Daerah Air Minum"*, 1998. Semarang Urban Development Project (SUDP) IBRD LOAN No. 3749-O,IND, Semarang
- Pemerintah Daerah Propinsi Jawa Tengah , BadanPerencanaan Pembangunan Daerah, 2000. *"Technical Assistance Service For Water Supply Master Plan and Improved Management of Water Supply Trough Public Private Partnership In Greather Semarang"*, Semarang.
- Sutrisno Hadi .1988. *"Statistik II"* . Andi Ofset Yogyakarta.
- Suharsini Ari Kunto. 1992 *"Prosedure Penelitian suatu Pendekatan Pratik"*, PT. Rineka Cipta Jakarta.
- Suharyanto. 1993 *"Analisa Jaringan Pipa dengan Water-works"* disampaikan pada Ceramah Ilmiah Jurusan Teknik Sipil Hidro, FT. Undip, 27-02-1993
- Suharyanto. 1998. *"Aspek Pengoperasian Sistem Jaringan Pipa dengan Water-works"* disampaikan pada Diskusi Ilmiah tentang Konversi Sumberdaya Air dan Lingkungan FT Teknik Undaris, Maret 1998
- Suharyanto. dan Pranoto SA .1999 *"Analisa Pelayanan Jaringan Air Bersih, media Komunikasi Teknik Sipil, BMPTTSSI "*, Edisi Desember 1999.

- Suharyanto, Sugiyanto, Nasrullah, Sri Sangkawati 1999. "Peningkatan Efisiensi dan Tingkat Layanan Pengoperasian Jaringan Air Bersih", Laporan Penelitian, EEDP Batch III 1998/1999.
- Tung, Y.K. , 1985. "Evaluation of water Distributionj Network Reliability Proceedings of the ASCE Hydraulic Division Speciality Conference ", Orlando Florida.
- Totok Sutrisno., C. Dkk, 1996. "Teknologi Penyediaan Air Bersih" , PT. Rineka Cipta Karya